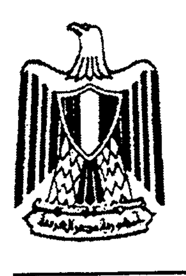


جمهورية مصر العربية
وزارة الموارد المائية والرى
المركز القومى لبحوث المياه

الكود المصرى
للموارد المائية وأعمال الرى

المجلد الثانى

إدارة شبكات الرى والصرف

(الجزء الثانى)

اللجنة الدائمة

لإعداد الكود المصرى للموارد المائية وأعمال الرى

الطبعة الأولى
عام ٢٠٠٣

تقديم

لما كان الماء هو عصب الحياة وركيزة تقدم الشعوب وأنه ندرة فى منطقتنا العربية ويتزايد الطلب عليه يوماً بعد يوم فقد وجب علينا أن نرفع دوماً من كفاءة إدارته لنعظم عوائده ونحد من فواقده.

لذلك رأت وزارة الموارد المائية والرى إعداد هذا الكود ليكون دستوراً للعمل ودليلاً يهتدى به ويحتكم إليه. ولقد راعت الوزارة فى إعداده أن يضم نظماً موحدة لإدارة شبكات الرى والصرف وتنفيذ مشروعاتها، وأن يكون شاملاً لأعمال حماية وتنمية السواحل البحرية، وأن يتضمن تحديداً لأساليب الإختبار والمعايير القياسية الخاصة بتصميم وتنفيذ الأعمال وإختبار مواد الإنشاء فضلاً عن تضمينه ضوابط لأحكام الرقابة على كافة الأعمال الإنشائية، وعلى أعمال إدارة شبكات الرى والصرف، والأعمال الميكانيكية والكهربية، وأعمال حماية الشواطئ، وفى نفس الوقت يشكل مرجعاً يحتكم إليه فى حسم أى خلافات قد تنشأ بين أجهزة الوزارة والمتعاملين معها من وزارات وهيئات وأفراد. وأن يكون عاملا للحد من الأخطار حماية للمجتمع وللعاملين فى هذا المجال.

وقد شارك فى إعداد هذا الكود نحو ثمانين متخصصاً من الأساتذة وكبار المهندسين من ذوى الخبرات الطويلة المشهود لهم فى مجال أعمال الوزارة سواء من داخلها أو من الجامعات المصرية المختلفة. ولقد تحرينا قبل إصدار هذا الكود أقصى درجات التدقيق كما تم طرحه على مجتمع مستخدمى المياه وعلى مختلف القطاعات العاملة فى المجالات ذات الصلة بموضوعاته طلباً لمشورتهم ومقترحاتهم فى مضمونه، وتم الإسترشاد بما تلقيناه منهم جميعاً من مقترحات بناءة ومفيدة.

ونأمل أن يساهم هذا الكود فى رفع مستوى الأداء لتعظيم الفائدة من مواردنا المائية.

والله نسأل أن يلهمنا جميعاً سواء السبيل وأن يرشدنا لما فيه الخير لأمتنا ولوطننا العزيز.

وبالله التوفيق.

وزير الموارد المائية والرى

أستاذ دكتور مهندس / محمود عبدالحليم أبو زيد

بسم الله الرحمن الرحيم



قرار وزاري
رقم (٣٥٠) لسنة ٢٠٠٣
في شأن
وضع أسس التصميم وشروط
التنفيذ بالنسبة لأعمال الموارد المائية ومتطلبات الري والصرف

وزير الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية

- بعد الاطلاع على القانون رقم (٦) لسنة ١٩٦٤ بشأن أسس تصميم وشروط تنفيذ الأعمال الإنشائية وأعمال البناء .
- وعلي القرار الوزاري رقم ١٤٨ لسنة ١٩٩١ الصادر من وزير الأشغال العامة والموارد المائية بخصوص تشكيل اللجنة العليا للتنسيق بشأن إعداد الكود المصري في مجال أنشطة وزارة الأشغال العامة والموارد المائية.
- وعلي القرار الوزاري رقم ٢٨٥ لسنة ١٩٩١ الصادر من وزير الأشغال العامة والموارد المائية بشأن تشكيل اللجان الفرعية المختصة بإعداد بنود الكود المصري لأعمال الموارد المائية ومتطلبات الري والصرف .
- وعلي القرار الوزاري رقم ٣١٧ لسنة ١٩٩٣ الصادر من وزير الأشغال العامة والموارد المائية بشأن تشكيل اللجنة الفرعية التخصصية لأعداد بنود الكود المصري في مجال حماية الشواطئ .
- وعلي القرار الوزاري ي رقم ٢٣٨ لسنة ١٩٩٤ الصادر من وزير الأشغال العامة والموارد المائية المتضمن تشكيل اللجنة الدائمة للكود المصري لأعمال الموارد المائية ومتطلبات الري والصرف .
- وعلي كتاب السيد الدكتور وزير الموارد المائية والري .

بسم الله الرحمن الرحيم



جمهورية مصر العربية
وزارة
الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية
مكتب الوزير
الرقم البريدي: ١١٥١٦

قـــــرار

مادة (١): يتم العمل بأسس تصميم وشروط تنفيذ جميع أعمال الموارد المائية ومتطلبات الرى والصرف والمرفقه بهذا القرار.

مادة (٢): تلتزم الجهات المعنيه والمذكورة فى القانون رقم ٦ لسنة ١٩٦٤ بتنفيذ ماجاء بهذا القرار.

مادة (٣): تتولى اللجنة الدائمة المشكلة لهذا الغرض بوزارة الموارد المائية والرى إقتراح التعديلات التى تراها لازمة بهدف التحديث كلما دعت الحاجة لذلك .. وتعتبر التعديلات بعد إصدارها جزءاً لايتجزأ منه.

مادة (٤): تتولى وزارة الموارد المائية والرى نشر ماجاء بهذه الأسس والتعريف بها والتدريب عليها.

مادة (٥): ينشر هذا القرار فى الوقائع المصرية ويعتبر نافذاًمن تاريخ النشر.

صدر فى ٢/١٢/٢٠٠٣

وزير الإسكان والمرافق
والمجتمعات العمرانية

(م/ محمد إبراهيم سليمان)

شكر وعرفان

بسم الله الرحمن الرحيم

"وقالوا الحمد لله الذى هدانا لهذا وما كنا لنهتدى لولا أن هدانا الله ".

صدق الله العظيم

بإتمام هذا العمل الكبير الذى بدأته نخبة متميزة من العلماء الأجلاء ومن كبار مهندسى الرى المصرى منذ ما يـربو على العشر سنوات تواكبت فيها جهودهم الخالصة مع فكرهم الخلاق وفى إطار من التفانى والمثابرة والتصـميم ليضـعوا الأسس والمعايير للأجيال القادمة لتنظيم ولضبط ولترشيد إستخدام المياه ... تكون هذه النخـبة قد خطت بمصرنا إلى عهد جديد يتسم بتأصيل المعرفة فى التعامل مع أهم مورد فى الحياه حبانا به الله . فلهم كل الشكر والثناء على ما قدموه لوطنهم من عطاء ، والله على حسن مثوبتهم لقدير .

وبمـا أن الفضل يجب أن يرد إلى صاحبيه .. فيتوجب علينا أن نذكر بكل العرفان والتقدير كل من آزروا هذا العمـل وهـيأوا له سبل الإنجاز . فما كان لهذا العمل أن يبدأ دون إشارة البدء التى أطلقها السيد المهندس الكبـير الوزيـر/ عصام عبدالحميد راضى الذى سارع بالإستجابة وبتوفير كافة الإمكانات له وبذلك إستحق وبكـل الحـق فضـل ريادة هذا العمل .. كذلك كان للزميل العزيز الأستاذ الدكتور الوزير / محمد عبدالهادى راضـى طيـب الله ثـراه مآثـره ، فلقد كان لجهده وفكره الثاقب أعظم الأثر فى التخطيط البناء له وذلك عـندما شـغل عضوية أول تشكيل للجنة تنسيق الكود كما كان لرعايته الدائمة له عندما تقلد منصب رئاسة وزارة الأشـغال العامة والموارد المائية أبعد الأثر لدفع العمل لأعلى المستويات ... وأخيراً وليس آخراً لا بد أن ننوه بالدعم الكبير الذى قدمه ويقدمه الأستاذ الدكتور الوزير/ محمود عبدالحليم أبو زيد الذى قيد الله أن يتم فضله وأن تتم الطبعة الأولى لكود الموارد المائية وأعمال الرى بحسن توجيهه وبفضل إرشاده .

وقل إعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون .

"ربنا لا تزغ قلوبنا بعد إذ هديتنا" "ربنا هيئ لنا من أمرنا رشدا"

يونيو ٢٠٠٣

مقرر لجنة تنسيق
الكود المصرى للموارد المائية وأعمال الرى

أ.د/ أحمد عبدالوهاب خفاجى

أسماء السادة المشاركين فى إعداد
الكود المصرى للموارد المائية وأعمال الرى

أعد هذا الكود بمعرفة اللجان التالية:

أولاً: اللجنة الدائمة للكود المصرى للموارد المائية وأعمال الرى

ثانياً: لجنة تنسيق الكود المصرى للموارد المائية وأعمال الرى

ثالثاً: اللجان التخصصية وهى:

١. لجنة إدارة شبكات الرى والصرف
٢. لجنة المنشآت المدنية للرى والصرف
٣. لجنة الأعمال الميكانيكية والكهربائية للرى والصرف
٤. لجنة تقنيات حماية الشواطئ البحرية

** وقد تشكلت اللجنة الدائمة برئاسة السيد الدكتور الوزير واشترك فى عضويتها منذ بدء تشكيلها للمرة الأولى وحتى تشكيلها الحالى - السادة الأتية أسماؤهم طبقا للترتيب الأبجدى وهم:

أ.د/ أحمد عبد الوهاب خفاجى — مقرراً
أ.د/ أحمد فخرى خطاب
م/ احمد جابر بركات
م/ أنور محمد حجازى
م/ حسين سعيد علوان
أ.د/ سعد ابراهيم الخوالقة
أ.د/ شارل شكرى سكلا
أ.د/ طلعت محمد عويس
أ.د/ عبد الرحمن صادق بازرعة
أ.د/ عبد الرحمن حلمى الرملى — مقرراً
م/ عبد الغنى حسن السيد
أ.د/ محمد بهاء الدين أحمد
أ.د/ محمد فائق عبد ربه
أ.د/ محمد مصطفى عطعوط
م/ محمود سعد الدين الجندى
أ.د/ مصطفى توفيق جاويش
م/ مصطفى محمود القاضى
أ.د/ منى مصطفى القاضى
م/ نبيل فوزى ناشد
أ.د/ نزيه أسعد يونان

** شغل عضوية لجنة التنسيق منذ بدء تكوينها وحتى تشكيلها الحالى كل من السادة الآتية أسماؤهم طبقا للترتيب الأبجدى:

أ.د/ أحمد عبد الوهاب خفاجى	مقرراً
أ.د/ أحمد فخرى خطاب	
أ.د/ عبد المعطى حسن هيكل	
أ.د/ محمد رفيق عبد البارى	
أ.د/ محمد عبد الهادى راضى	
أ.د/ مصطفى توفيق جاويش	
د.م/ محمد إسماعيل أبو خشبة	(أمانة فنية)
د.م/ ياسر عبد العزيز الحاكم	(أمانة فنية)

أسماء السادة المشاركين فى إعداد المجلدين الأول والثانى

** ساهم فى إعداد المادة العلمية لهذين المجلدين وحققها وراجعها وصاغها كل من السادة الآتية أسماؤهم- طبقاً للترتيب الأبجدى:

م/ أنور محمد حجازى   مقرراً
م/ ثروت حسن فهمى
م/ حافظ أحمد المحلاوى
م/ خليل أبراهيم عمر
أ.د/ سامية محمود الجندى
أ.د/ سعد ابراهيم الخوالقه
أ.د/ شادن توفيق عبد الجواد
أ.د/ شارل شكرى سكلا
أ.د/ ضياء الدين أحمد القوصى
أ.د/ طلعت محمد عويس
أ.د/ عبدالله صادق بازرعة
أ.د/ عبد الفتاح حبيب
أ.د/ علاء الدين أحمد ياسين
أ.د/ فاروق مصطفى عبد العال
أ.د/ فؤاد زكى الشبينى
م/ محمد أمين مخلوف
أ.د/ محمد رفيق عبد البارى
أ.د/ محمد صفوت عبد الدايم
أ.د/ محمد فوزى فراج
م/ مصطفى محمود القاضى
أ.د/ منى مصطفى القاضى
أ.د/ محمد عبد الهادى راضى
م/ محمد مسعد ابراهيم
م/ محمود محمد على
م/ نادى سليم غبريال
أ.د/ نزيه أسعد يونان

الكود المصرى للموارد المائية وأعمال الرى

يقع الكود المصرى للموارد المائية وأعمال الرى فى سبعة مجلدات هى على النحو التالى:

المجلد الأول : إدارة شبكات الرى والصرف (الجزء الأول) ويشمل:

مقدمة : تقديم لمرفق الرى و الصرف، وأجهزة الوزارة، ومسئولياتها
الباب الأول : رى الأراضي الزراعية
الباب الثانى : صرف الأراضى الزراعية

المجلد الثانى : إدارة شبكات الرى والصرف (الجزء الثانى) ويشمل:

الباب الثالث : التوسع الأفقى
الباب الرابع : تنمية الموارد المائية
الباب الخامس : أعمال الصيانة
الباب السادس : إدارة هيدرولوجيا السيول
الباب السابع : الأعمال المساحية

المجلد الثالث : المنشآت المدنية للرى والصرف (الجزء الأول) ويشمل:

الباب الأول : شبكات الرى المبطنة
الباب الثانى : المنشآت المائية المتقاطعة
الباب الثالث : المفيضات والمصبات
الباب الرابع : الهدارات
الباب الخامس : القناطر والبوابات
الباب السادس : السدود
الباب السابع : الأهوسة الملاحية
الباب الثامن : محطات توليد القوى الكهرومائية

المجلد الرابع : المنشآت المدنية للرى والصرف (الجزء الثانى) ويشمل :

الباب التاسع : محطات الطلمبات
الباب العاشر : الآبار
الباب الحادى عشر : الكبارى
الباب الثانى عشر : الأنفاق
ملحق م١ : خرسانة المنشآت المائية

المجلد الخامس : الأعمال الميكانيكية للرى والصرف ويشمل:

الباب الأول : المضخات
الباب الثانى : محركات الإحتراق الداخلى
الباب الثالث : معدات نقل الحركة والقدرة
الباب الرابع : المحابس والبوابات
الباب الخامس : الوقاية الميكانيكية والكيماوية والحماية الكاثودية
الباب السادس : اختبار واختيار المواد
الباب السابع : المعدات الميكانيكية لصيانة المجارى المائية
الباب الثامن : معدات الرى المتطور
الباب التاسع : معدات مراقبة نوعية المياه فى المجارى المائية

المجلد السادس : الأعمال الكهربائية للرى والصرف ويشمل:

الباب الأول : المحركات الكهربية
الباب الثانى : المحولات الكهربية وملحقاتها
الباب الثالث : المفاتيح وتركيبات التوصيلات الكهربائية والوقاية الكهربائية
الباب الرابع : دوائر وأجهزة التحكم فى المحركات الكهربية
الباب الخامس : شروط تنفيذ الأعمال الكهربية
الباب السادس : منظومات طوارىء التغذية الكهربية
الباب السابع : التأريض
الباب الثامن : معدات الرى التى تعمل بالكهرباء

المجلد السابع: تقنيات حماية الشواطىء البحرية ويشمل:

الباب الأول : العوامل الطبيعية المؤثرة على المنطقة الساحلية والشاطئية

الباب الثانى : البحوث والدراسات الحقلية وأعمال النماذج الهيدروليكية الطبيعية والرياضية

الباب الثالث : تخطيط منشآت حماية الشواطئ وتأثيرها على المنطقة الشاطئية

الباب الرابع : تصميم منشآت الحماية

الباب الخامس : منشآت حماية الشواطئ وصيانتها

فهرس المجلد الأول
إدارة شبكات الرى والصرف (الجزء الأول)

مقدمة

أولا: مرفق الرى والصرف ١
أ- موجز تاريخ الرى فى مصر.. ١
ب- الأعمال الصناعية الرئيسية على نهر النيل ٣
ج - مشروعات التوسع الزراعى على مياه السد العالى................................ ٦
د - المشروع القومي لتطوير الرى ٩
هـ - موجز تاريخ الصرف فى مصر.. ٩
ثانيا: التشريعات الخاصة بالرى والصرف والملاحة النهرية وحماية النيل
والمجارى المائية من التلوث.. ١٠
قانون الرى والصرف ١٢ لسنة ١٩٨٤.. ١٠
الباب الأول: الأملاك العامة والخاصة.. ١٠
الباب الثانى: تصاريح الرى.. ١١
الباب الثالث: حقوق وواجبات المنتفعين وحقوق الإرتفاق............................ ١٢
الباب الرابع: آلات رفع المياه.. ١٥
الباب الخامس: الرى بالرفع وبالراحة ١٦
الباب السادس: حماية الرى والملاحة والشواطئ.................................... ١٦
الباب السابع: المخالفات والعقوبات.. ١٦
الباب الثامن: الأحكام العامة والختامية.. ١٧
ملخص لقانون الرى والصرف رقم ١٢ لسنة ١٩٨٤.................................... ١٩
قانون رقم ٤٨ لسنة ١٩٨٢ فى شأن حماية نهر النيل والمجارى المائية من التلوث ٢٣
ثالثا: أجهزة إدارة المرفق ومسئولياتها.. ٢٨
الخبرة العملية للوظائف الهندسية المختلفة بوزارة الموارد المائية والرى.............. ٣٩
رابعا: شبكة الرى والصرف والمنشآت المقامة عليها ٥٠

الباب الأول : رى الأراضى الزراعية

١-١ مناوبات الرى والسدة الشتوية ١- ١
١-٢ فتحات الرى (تصميمها ومواصفاتها) ١- ٩
١-٣ التعامل مع المياه ١- ١٤
١-٣-١ قياس تصرفات المجارى المائية ١- ١٤
١-٣-٢ المعايرات ١- ٢٣
١-٣-٢-١ مقدمة ١- ٢٣
١-٣-٢-٢ معايرة القناطر.. ١- ٢٦
١-٣-٢-٢-١ المرحلة الأولى (ميدانية).. ١- ٢٦
١-٣-٢-٢-٢ المرحلة الثانية (إيجاد معادلة التصرف) ١- ٣٣
١-٣-٢-٢-٣ المرحلة الثالثة.. ١- ٤٤
١-٣-٢-٣ نظرية المحددات Determinants Theory.. ١- ٧٠
١-٣-٢-٣-١ محدد الدرجة الثالثة ١- ٧٠
١-٣-٢-٣-٢ إيجاد المعادلات الإنشائية للأباك بإستخدام المحددات............................ ١- ٧٢
١-٣-٢-٤ معايرة التدفق بدلالة السرعة.. ١- ٧٧
١-٣-٢-٥ طريقة إستخدام آباك معايرة قنطرة فى حالة الفتحة المغمورة........................ ١- ٨٩

١-٣-٢-٦ معايرة الهدارات ١- ٩١
١-٣-٣ إجراء الموازنات على القناطر وتسجيل بيانتها وتأمين الملاحة أمامها وخلفها ١- ٩٥
١-٣-٤ الإحتياجات المائيه والفاقد والمكتسب ١- ٩٧
١-٣-٤-١ الإحتياجات المائية ١- ٩٧
١-٣-٤-٢ الفاقد والمكتسب Gain and Loss ١- ١٠٢
١-٤ توزيع المياه ١- ١٠٧
١-٤-١ مشروع التليمترى ١- ١١٠
١-٤-٢ المياه المتاحة وأساليب إستخدامها ١- ١٢٦

الباب الثانى : صرف الأراضى الزراعية

٢-١ المصطلحات المستخدمة في مجال الصرف الحقلي ٢- ١
٢-٢ خصائص التربة المرتبطة بالصرف ٢- ٥
٢-٣ المباحث الأولية والدراسات الحقلية (FEILD INVESTIGATIONS) ٢- ٧
٢-٣-١ انواع الخرائط المساحية المستخدمة ٢- ٧
٢-٣-٢ مواقع إجراء القياسات وجمع الأرصاد ٢- ٨
٢-٣-٣ الأدوات المستخدمة فى المباحث الحقلية ٢- ٩
٢-٣-٤ المشاهدات والبيانات الحقلية المطلوبة ٢- ١٠
٢-٣-٥ فحص وجمع عينات التربة والمياه ٢- ١١
٢-٣-٦ قياس نفاذية التربة فى الحقل Hydraulic Conductivity Measurement ٢- ١١
٢-٣-٧ قياس معامل النفاذية للتربة متعددة الطبقات ٢- ١٤
٢-٣-٨ قياس عمق الماء الأرضى : Water Table Depth ٢- ١٨
٢-٣-٩ قياس ضغط الماء الأرضى Pressure head ٢- ١٨
٢-٣-١٠ قياس ملوحة وقلوية الماء فى الحقل ٢- ٢٠
٢-٤ التحليلات المعملية LABORATORY ANALYSIS ٢- ٢٠
٢-٥ تخطيط شبكات الصرف الحقلى المغطى ٢- ٢٦
٢-٥-١ تحليل وتوقيع نتائج المباحث الأولية ٢- ٢٦
٢-٥-٢ أولويات تنفيذ مشروعات الصرف المغطى ٢- ٢٧
٢-٥-٣ شكل ومواصفات شبكة الصرف المغطى ٢- ٢٨
٢-٥-٤ إنحدارات المصارف ٢- ٣٠
٢-٦تصميم شبكات الصرف المغطى ٢- ٣٠
٢-٦-١ معايير الصرف التصميمية DRAINAGE CRITERIA ٢- ٣٠
٢-٦-٢ المسافة بين المصارف DRAIN SPACING ٢- ٣٧
٢-٦-٣ حساب أقطار مواسير الصرف ٢- ٤٢
٢-٧ المواد المستخدمة فى شبكات الصرف المغطى ٢- ٤٤
٢-٧-١ أنواع المواسير ٢- ٤٥
٢-٧-٢ المواصفات القياسية للمواسير ٢- ٤٦
٢-٧-٣ الوصلات والمشتركات ٢- ٤٨
٢-٧-٤ أنواع المرشحات المستخدمة فى شبكات الصرف المغطى ٢- ٤٩
٢-٧-٥ المواصفات القياسية للمرشحات والألياف ٢- ٥١
٢-٧-٦ الإختبارات القياسية للمرشحات ٢- ٥٣
٢-٨ تنفيذ شبكات الصرف الحقلى ٢- ٦٥
٢-٨-١ الإعلان عن العمليات وإرساء العطاءات ٢- ٦٥
٢-٨-٢ الأعمال التحضيرية وتشوين المواد ٢- ٦٥

٢-٨-٣ شروط ومواصفات ورشة تصنيع المواسير بالموقع.......... ٢- ٦٦
٢-٨-٤ تنفيذ الحقليات والمجمعات ٢- ٦٦
٢-٨-٥ تركيب المشتركات وأعمدة الغسيل ٢- ٦٧
٢-٨-٦ تنفيذ غرف التفتيش.......... ٢- ٦٧
٢-٩ صيانة شبكات الصرف الحقلى.......... ٢- ٦٧
٢-٩-١ تنظيم أعمال الصيانة.......... ٢- ٦٧
٢-٩-٢ الصيانة الوقائية ٢- ٦٨
٢-٩-٣ معدات ومهمات الصيانة ٢- ٦٨
٢-١٠ إعادة تأهيل وإحلال وتجديد شبكات الصرف المغطى ٢- ٦٩
٢-١٠-١ مؤشرات الحاجة إلى إعادة التأهيل أو الإحلال والتجديد.......... ٢- ٧١
٢-١٠-٢ معايير أولويات أعمال الإحلال والتجديد ٢- ٧١
٢-١٠-٣ تنفيذ أعمال الإحلال والتجديد.......... ٢- ٧٣
٢-١٠-٤ التنظيم الإدارى لأعمال الإحلال والتجديد.......... ٢- ٧٣
٢-١١ الصرف الرئيسى بإستخدام الآبار ٢- ٧٥
٢-١١-١ الظروف المناسبة لإستخدام الصرف الرأسى ٢- ٧٥
٢-١١-٢ الجدوى الفنية والاقتصادية للصرف الرأسى ٢- ٧٦
٢-١١-٣ المعادلات الأساسية ٢- ٧٧
٢-١١-٤ إسلوب التصميم.......... ٢- ٨١
٢-١١-٥ الصيانة.......... ٢- ٨٤
ملحق نظام الرى والصرف فى محافظة الفيوم.......... أ،ب،ج

فهرس المجلد الثانى
إدارة شبكات الرى والصرف (الجزء الثانى)

الباب الثالث : التوسع الأفقى

٣-١ تخطيط وتصميم مجارى الرى والصرف فى أراضى التوسع ٣- ١
٣-١-١ الخرائط اللازمة لعمل الدراسات ٣- ١
٣-١-٢ تحديد المساحات القابلة للزراعة فى منطقة المشروع ٣- ١
٣-١-٣ تحديد المصدر الرئيسى للرى والمصب النهائى لمياه الصرف ٣- ١
٣-١-٤ تعديل محاور الترع والمصارف على الخرائط الكنتورية ٣- ٢
٣-١-٥ حساب التصرف التصميمى للترع والمصارف طبقا للتركيب المحصولى للمنطقة ٣- ٢
٣-١-٥-١ التصرف التصميمى للترع ٣- ٢
٣-١-٥-٢ التصرف التصميمى للمصارف ٣- ٣
٣-١-٦ تصميم القطاعات العرضية للترع ٣- ٤
٣-١-٧ رسم القطاعات الطولية للترع والمصارف وتحديد مواقع الأعمال الصناعية عليها ٣- ١٠
٣-١-٨ مراجعة قطاعات الترع المغذية للمنطقة وتعديلها طبقا للزمام المضاف
وكذلك المصرف الرئيسى ٣- ١٢
٣-١-٩ تحديد مواقع وتصرفات ومقادير الرفع لطلمبات الرى والصرف اللازمة ٣- ١٣
٣-١-١٠ حساب مكعبات الحفر والردم اللازمة للترع والمصارف ٣- ١٣
٣-١-١١ مواصفات الحفر ونقل الأتربة ٣- ١٣
٣-١-١٢ مواصفات الردم وحفر الإستعارة ٣- ١٤
٣-١-١٣ استلام الحفر والردم وشروط قبول العجز ٣- ١٤
٣-١-١٤ الحساب الختامى لأعمال الحفر والردم ٣- ١٥
٣-٢ الرى الحقلى وطرق الرى الحديثة ٣- ١٥
٣-٢-١ متطلبات وأسس تصميم طرق الرى الحقلى ٣- ١٥
٣-٢-١-١ البيانات الأساسية ٣- ١٥
٣-٢-٢ الإحتياجات المائية ومقننات الرى ٣- ١٨
٣-٢-٢-١ تعاريف أساسية ٣- ١٨
٣-٢-٢-٢ طرق تقدير الإستهلاك المائى ٣- ١٨
٣-٢-٢-٢-١ تحديد الإستهلاك الفعلى للمحاصيل الرئيسية ٣- ١٨
٣-٢-٢-٢-٢ الطرق التقديرية الحسابية ٣- ١٨
٣-٢-٢-٣ حساب أقصى الاحتياجات ٣- ٣٣
٣-٢-٢-٤ حساب كفاءات الرى ٣- ٣٥
٣-٢-٣ الأنواع المختلفة لطرق الرى الحقلى ٣- ٣٦
٣-٢-٣-١ الرى السطحى ٣- ٣٦
٣-٢-٣-١-١ مقدمة : ٣- ٣٦
٣-٢-٣-١-٢ المعلومات اللازمة للتصميم ٣- ٣٧
٣-٢-٣-١-٣ طرق توصيل مياه الرى بالحقل ٣- ٣٧
٣-٢-٣-١-٤ طرق توزيع مياه الرى بالمزرعة ٣- ٣٩
٣-٢-٣-١-٥ الأنواع المختلفة للرى السطحى ٣- ٤١
٣-٢-٣-١-٦ قياس تصرف مياه الرى ٣- ٤٨
٣-٢-٣-٢ الرى بالرش ٣- ٥١
٣-٢-٣-٢-١ أنواع نظم الرى بالرش ٣- ٥١

٣-٢-٣-٢-٢ مكونات شبكة الرى بالرش ٣- ٦٠
٣-٢-٣-٢-٣ أسس تشغيل نظم الرى بالرش.. ٣- ٦٢
٣-٢-٣-٢-٤ قواعد وأسس تصميم الرى بالرش ٣- ٦٦
٣-٢-٣-٢-٥ خطوات تصميم نظم الرى بالرش ٣- ٧٣
٣-٢-٣-٢-٦ المرشحات ٣- ٧٦
٣-٢-٣-٣ الرى بالتنقيط ٣- ٨٤
٣-٢-٣-٣-١ تعريف ٣- ٨٤
٣-٢-٣-٣-٢ مميزات الرى بالتنقيط ٣- ٨٤
٣-٢-٣-٣-٣ المشاكل التى يمكن أن تنتج عن نظام الرى بالتنقيط ٣- ٨٤
٣-٢-٣-٣-٤ مكونات شبكة الرى بالتنقيط ٣- ٨٤
٣-٢-٣-٣-٥ تخطيط شبكة الرى بالتنقيط ٣- ٨٤
٣-٢-٣-٣-٦ البيانات الأساسية المطلوبة لتصميم شبكة رى بالتنقيط.. ٣- ٨٥
٣-٢-٣-٣-٧ الإحتياجات المائية للرى بالتنقيط.. ٣- ٨٩
٣-٢-٣-٣-٨ الفواقد الهيدروليكية فى حالة التدفق فى المواسير ٣- ٩٢
٣-٢-٣-٣-٩ أنواع المنقطات ٣- ٩٤
٣-٢-٣-٣-١٠ طرق توزيع المنقطات حول الأشجار ٣- ٩٦
٣-٢-٣-٣-١١ تصميم خطوط المنقطات ٣- ٩٦
٣-٢-٣-٣-١٢ تصميم الخطوط الفرعية.. ٣- ٩٨
٣-٢-٣-٣-١٣ تصميم الخطوط الرئيسية.. ٣- ٩٩
٣-٢-٣-٣-١٤ إضافة الأسمدة لمياه الرى.. ٣- ٩٩
٣-٢-٣-٣-١٥ الفلتر.. ٣- ١٠٠
٣-٢-٣-٤ تقييم أداء نظام الرى.. ٣- ١٠٩
٣-٢-٣-٥ حساب تكاليف نظام الرى ٣- ١١٨

الباب الرابع : تنمية الموارد المائية

٤-١ نوعية المياه السطحية والتأثير على البيئة ٤- ١
٤-١-١ التعاريف والمصطلحات الأساسية ٤- ١
٤-١-٢ عناصر نوعية المياه ٤- ٢
٤-١-٢-١ العناصر الطبيعية..٤- ٢
٤-١-٢-٢ العناصر الكيماوية ٤- ٢
٤-١-٢-٣ العناصر الميكروبيولوجية ٤- ٦
٤-١-٣ مصادر وأسباب تلوث المياه السطحية ٤- ٨
٤-١-٣-١ التلوث من الصناعة ٤- ٨
٤-١-٣-٢ التلوث من الزراعة..٤- ٨
٤-١-٣-٣ التلوث من الصرف الصحى..٤- ٩
٤-١-٣-٤ التلوث من المصادر الغير مركزية ٤- ١٠
٤-١-٤ تأثير التلوث على البيئة ٤- ١١
٤-١-٤-١ تأثير الملوثات على الإنسان ٤- ١١
٤-١-٤-٢ تأثير الملوثات على المكونات والخصائص الجمالية للمياه ٤- ١١
٤-١-٤-٣ تأثير الملوثات على النباتات والتربة ٤- ١٢
٤-١-٤-٤ تأثير الملوثات على الحيوانات والأسماك..٤- ١٣
٤-١-٥ مراقبة نوعية المياه..٤- ١٣
٤-١-٥-١ غرض أخذ العينات والمراقبة ٤- ١٣

٤-١-٥-٢ تحديد مكان وزمان أخذ العينة ٤- ١٤
٤-١-٥-٣ حجم العينات وعدد العينات الممثلة ٤- ١٥
٤-١-٥-٤ طرق جمع العينات والأجهزة المطلوبة من المجارى المائية ٤- ١٥
٤-١-٥-٥ وصف العينات ٤- ١٩
٤-١-٥-٦ حفظ العينات ونقلها إلى المعامل ٤- ١٩
٤-١-٥-٧ برامج وقوانين الجودة لجمع عينات المياه ٤- ١٩
٤-٢ إعادة إستخدام مياه الصرف ٤- ٢٤
٤-٢-١ منشأ مياه الصرف الزراعى ٤- ٢٤
٤-٢-١-١ فواقد الرى الحقلى والعام ٤- ٢٤
٤-٢-١-٢ المياه الجوفية ٤- ٣٢
٤-٢-١-٣ صرف المخلفات الصحية والصناعية ٤- ٣٣
٤-٢-٢ رصد وقياس كمية مياه الصرف ٤- ٣٤
٤-٢-٢-١ قياس التصرفات فى القطاعات المكشوفة على المصارف ٤- ٣٤
٤-٢-٢-٢ قياس التصرفات عند مصبات المصارف والقطاعات التى تتأثر بالمياه المرتدة ٤- ٣٥
٤-٢-٢-٣ قياس تصرفات محطات الصرف ٤- ٣٥
٤-٢-٢-٤ منحنى المعايرات ٤- ٣٨
٤-٢-٢-٤-١ العلاقة بين التصرف وإرتفاع منسوب الماء فى المجارى المائية المكشوفة ٤- ٣٨
٤-٢-٢-٤-٢ العلاقة بين التصرف والرفع لمحطات الصرف (Capacity curve) ٤- ٣٩
٤-٢-٢-٤-٣ ملاحظات عامة للمعايرات ٤- ٤٠
٤-٢-٣ معايير المياه الصالحة للرى ٤- ٤٠
٤-٢-٣-١ مواصفات المياه الصالحة للرى ٤- ٤٠
٤-٢-٣-٢ معايير نوعية مياه الصرف المناسبة لرى بعض المحاصيل المختلفة تحت الظروف المصرية ٤- ٤٥
٤-٢-٤ أساليب إعادة إستخدام مياه الصرف فى الرى ٤- ٤٦
٤-٢-٤-١ الخلط المباشر Direct Mixing ٤- ٤٦
٤-٢-٤-٢ تبادل الرى بالمياه الملحية والعذبة Alternate Irrigation ٤- ٤٧
٤-٢-٤-٣ الرى بكميات مياه أقل من الإحتياجات المائية Deficit Irrigation ٤- ٤٧

الباب الخامس : أعمال الصيانة

٥-١ مجرى النيل ٥- ١
٥-١-١ عمل قطاعات عرضية على النيل بواسطة جهاز الجس الصوتى ٥- ١
٥-١-٢ هيدروليكا الأنهار ٥- ٨
٥-١-٣ مورفولوجية نهر النيل ٥- ٨
٥-١-٣-١ إتزان النهر وأشكاله وتعرجاته ٥- ٨
٥-١-٣-٢ إنشاء ومد منحنى التصرف مع المنسوب (Rating Curve) ٥- ١٥
٥-١-٣-٣ مد منحنى التصرف مع المنسوب ٥- ١٦
٥-١-٣-٤ هيدروليكا ٥- ١٨
٥-١-٤ رفع سواحل النيل تجاه الشيامى سنويا من خطوط قاعدة ثابتة : ٥- ٢٠
٥-١-٤-١ تجهيز خطوط قاعدة ثابتة ٥- ٢١
٥-١-٤-٢ عمل أكثر من وتد لخط القاعدة حتى يمكن تحديده فى حالة ضياع وتد أو أكثر ٥- ٢١
٥-١-٤-٣ إجراء الرفع سنويا حتى يمكن معرفة التأكل أو الإطماء ٥- ٢١
٥-١-٤-٤ خطوط تهذيب المجرى وخطوط تعديل الجسر ٥- ٢٢
٥-١-٥ حماية سواحل النيل من الإنهيارات ٥- ٢٤

٥-١-٥-١ أسباب إنهيارات السواحل ٥- ٢٤
٥-١-٥-٢ تصميم أعمال الحماية ٥- ٢٥
٥-١-٥-٣ تنفيذ أعمال الحماية ٥- ٢٨
٥-١-٥-٤ متابعة وصيانة أعمال الحماية بعد التنفيذ ٥- ٣١
٥-١-٥-٥ حماية سواحل النيل بواسطة الرؤوس الحجرية ٥- ٣١
٥-١-٥-٦ أورنيك الرؤوس وحساب المكعبات لتوريد الدبش ٥- ٣١
٥-١-٥-٧ أساس الأورنيك العرضى ٥- ٣١
٥-١-٥-٨ كيفية حساب مكعبات الدبش ٥- ٣٢
٥-١-٥-٩ بناء على الناشف لميول الرأسى والأفقى لها ٥- ٣٢
٥-١-٥-١٠ التكسيات والنسب بين دبش التوريد ودبش البناء ٥- ٣٤
٥-١-٥-١١ كيفية قياس رصات الدبش وعمل معادلات فى حالة الرص الردىء ٥- ٣٤
٥-١-٦ تحديد خطوط منافع النهر Management Lines ٥- ٣٧
٥-١-٦-١ الغرض من خطوط منافع النهر ٥- ٣٧
٥-١-٦-٢ تحديد (الخطوط) : ٥- ٣٨
٥-١-٦-٣ قاعدة البيانات ٥- ٣٨
٥-١-٦-٤ منحنى الرمو ٥- ٣٨
٥-١-٦-٥ تجهيز الخطوط ٥- ٣٩
٥-١-٦-٦ تحقيق خطوط منافع النهر ٥- ٤٠
٥-١-٦-٧ أعمال المتابعة ٥- ٤٠
٥-١-٧ الملاحة النهرية ٥- ٤١
٥-١-٧-١ تقسيم الأنهار والمجارى المائية ٥- ٤١
٥-١-٧-٢ طرق التحكم فى النهر من ناحية الملاحة ٥- ٤١
٥-١-٧-٣ المقاومة الناتجة عن حركة السفن الملاحية ٥- ٤٤
٥-١-٧-٤ تأثير الأمواج على جوانب النهر ٥- ٤٥
٥-١-٧-٥ النهر كقناة ملاحية ٥- ٤٦
٥-١-٧-٦ الأهوسة النهرية ٥- ٤٦
٥-١-٧-٧ الموانى النهرية ٥- ٤٧
٥-٢ صيانة شبكات الرى ٥- ٤٧
٥-٢-١ أعمال التطهيرات ٥- ٤٨
٥-٢-١-١ تعريفات ٥- ٤٩
٥-٢-١-٢ المعدات المستخدمة فى التطهيرات ٥- ٥٠
٥-٢-٢ أعمال نزع الحشائش وإزالتها ٥- ٥٧
٥-٢-٣ أعمال ردم البيارات وتكاسى الميول ٥- ٦١
٥-٢-٤ أعمال إزالة المعوقات ٥- ٦٧
٥-٢-٥ أعمال الصيانة السنوية للقناطر والكبارى والفتحات ٥- ٦٩
٥-٢-٦ تنظيم عمليات التراخيص على المساطيح وإزالة المخالفات ٥- ٧٣

الباب السادس : إدارة هيدرولوجيا السيول

٦-١ إعتبارات عامة يجب إتباعها عند التعامل مع السيول ٦- ١
٦-١-١ المناطق الأكثر عرضة للسيول بمصر ٦- ١
٦-١-٢ القواعد الأساسية للتعامل مع مناطق السيول ٦- ٢
٦-١-٣ عناصر دراسات السيول ٦- ٢
٦-٢ الطرق الإحصائية لتحديد شدة الأمطار المسببة للسيول ٦- ٤

٦-٢-١ إختيار محطات الأمطار الممثلة لمنطقة الدراسة ٦- ٤
٦-٢-٢ إختيار الزمن التكرارى للعاصفة التصميمية ٦- ٤
٦-٢-٣ التحليل الإحصائى لتحديد العواصف التصميمية ٦- ٦
٦-٢-٤ خرائط مبسطة للعواصف التصميمية ٦- ٧
٦-٣ الدراسات التكميلية المرتبطة بتقييم السيول ٦- ١٣
٦-٣-١ إختبارات النفاذية للطبقة السطحية ٦- ١٣
٦-٣-٢ طريقة قياس معدل التسرب فى الحقل ٦- ١٣
٦-٣-٣ الرفع المساحى للقطاعات العرضية والقياسات الحقلية عند مصب الوادى ٦- ١٦
٦-٣-٤ الدراسات الجيولوجية ٦- ١٨
٦-٤ الطرق العددية لحساب تصرفات الوديان ٦- ١٨
٦-٤-١ الحسابات الهيدرولوجية للوديان أقل من ٢٥ كيلو متر مربع ٦- ١٨
٦-٤-٢ الحسابات الهيدرولوجية للوديان أكبر من ٢٥ كيلو متر مربع ٦- ٢٠
٦-٤-٣ تقدير كميات المواد الرسوبية ٦- ٢١

الباب السابع : الأعمال المساحية

٧-١ مقدمة ٧- ١
٧-٢ المصطلحات الفنية المستخدمة فى الأعمال المساحية والخرائط ٧- ١
٧-٣ الخرائط والأعمال المساحية التى يتم بموجبها التخطيط العام لمشروعات الرى والصرف ٧- ٤
٧-٣-١ الخرائط التفصيلية (الكدسترالية) مقياس ١ : ٢٥٠٠ Cadastral Maps ٧- ٥
٧-٣-٢ الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ Topographic Maps ٧- ٦
٧-٣-٣ الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠ .... ٧- ٧
٧-٣-٤ الميزانيات وروبيرات الميزانية Levelling and Bench Marks ٧- ٨
٧-٤ التوسعات فى مشروعات قطاع الموارد المائية والرى وما تطلبه ذلك من تغييرات فى نوعيات الخرائط وإنشاء نوعيات أخرى منها ٧- ٨
٧-٤-١ الخرائط الكنتورية مقياس ١ : ١٠٠٠٠ الخاصة بمشروعات الصرف المغطى وتطوير الرى.٧-٩
٧-٤-٢ خرائط المسح الهيدروجرافى لمجرى النيل ٧- ١٠
٧-٤-٣ الخرائط الخاصة بمشروعات حماية الشواطىء ٧- ١٠
٧-٥ التطورات الحديثة وإستخدام الخرائط الرقمية والخرائط المصورة العمودية ونظم المعلومات الجغرافية - وتأثير ذلك على إحتياجات مشروعات الرى والصرف ٧- ١١
٧-٥-١ الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ .... ٧- ١١
٧-٥-٢ الخرائط المصورة العمودية Orthophoto ٧- ١٣
٧-٥-٣ الخرائط الرقمية Digital Maps ٧- ١٤
٧-٥-٣-١ الخرائط الرقمية الطبوغرافية ٧- ١٤
٧-٥-٣-٢ الخرائط الرقمية الكدسترالية Digital Cadastral Maps ٧- ١٥
٧-٥-٤ نظم المعلومات الجغرافية (Geographical Information Systems (GIS ٧- ١٦
المراجـــــع ٧- ١٨

الباب الثالث
التوسع الأفقى

التوسع الأفقى فى الأراضى الصحراوية ضرورة تقتضيها الزيادة المطردة فى عدد سكان جمهورية مصر العربية وما تتطلبه من زيادة الإنتاج الزراعى لتضييق الفجوة بين كمية الإنتاج الزراعى وكمية الاستهلاك من المواد الغذائية ولرفع الإيراد العام من الإنتاج الزراعى.

ويتم التوسع الأفقى فى الأراضى الصحراوية المجاورة للأراضى المزروعة فى وادى النيل والدلتا وفى شبه جزيرة سيناء وفى الوادى الجديد ومنطقة العوينات - وتروى الأراضى المستصلحة بمياه النيل خالصة أو مخلوطة بمياه الصرف أو بالمياه الجوفية. ومعدل مساحة التوسع الأفقى فى السنوات الأخيرة هو ١٥٠ ألف فدان فى السنة ومن المقرر أن يستمر كذلك فى السنوات القادمة طالما تتوافر مياه الرى لذلك .

٣-١ تخطيط وتصميم مجارى الرى والصرف فى أراضى التوسع:

٣-١-١ الخرائط اللازمة لعمل الدراسات

أ - خرائط مساحية كنتورية بمقياس ١: ١٠٠٠٠ أو ١ : ٢٥٠٠٠ بمسافات كنتورية ٠,٥ متر فى الأراضى المسطحة ، ١,٠٠ متر فى الأراضى غير المستوية مبينا عليها حدود المساحات المطلوب التوسع فيها.

ب - خرائط تصنيف تربة مبنية على تحليل ميكانيكى وكيميائى لطبقات التربة مأخوذة من حفرة عمقها متران على أعماق ٢٥ سم، ٥٠ سم ، متر ، مترين لكل ٥٠٠ فدان تقريبا .

جـ - خرائط هيدروجيولوجية تبين طبقات التربة وعمق المياه الجوفية واتجاه التدفق فيها.

٣-١-٢ تحديد المساحات القابلة للزراعة فى منطقة مشروع التوسع:

بناء على خرائط تصنيف التربة يتم تصنيف الأراضى طبقا لمواصفات مكتب إستصلاح الأراضى الأمريكى إلى درجات من الأولى إلى السادسة وتستبعد أراضى الدرجتين الخامسة والسادسة من مشروع الإستصلاح وتحسب مساحة أراضى الدرجات الأربع الأولى فتكون هى المساحة القابلة للزراعة فى منطقة المشروع.

٣-١-٣ تحديد المصدر الرئيسى للرى والمصب النهائى لمياه الصرف

فى حالة الرى بمياه النيل تحدد أقرب ترعة رئيسية أو فرعية لمنطقة التوسع وتدرس مناسيبها وتصرفاتها خلال شهور السنة وقطاعها الطولى وقطاعاتها العرضية وتبين المنشآت الواقعة عليها.

وفى حالة الرى بالمياه الجوفية تدق آبار اختبار (بئر لكل ١٠٠٠ فدان) لمعرفة مستوى المياه الجوفية ومقدار الرفع ومدى انخفاض مستوى المياه بعد التشغيل وتحلل عينات من المياه لمعرفة نوعية المياه وخصوصا مجموع الأملاح الذائبة فى كل لتر من الماء وأنواع هذه الأملاح ومقدار كل نوع. كذلك يحدد المصب النهائى لمياه الصرف على مصرف رئيسى أو على بحيرة من البحيرات وتحدد مناسيب المياه بالمصرف الرئيسى أو البحيرة على مدار السنة.

٣-١-٤ تحديد محاور الترع والمصارف على الخرائط الكنتورية :

القاعدة العامة لتخطيط محاور الترع والمصارف هى أن توضع الترعة الرئيسية فى أعلى الأراضى المراد ريها وأن يوضع المصرف الرئيسى فى أوطى منخفض منها. أما الترع الفرعية بدرجاتها المختلفة فتوضع فى المرتفعات الثانوية كما توضع المصارف الفرعية فى أكثر المواضع التى تخدمها هذه المصارف انخفاضا مع مراعاة تجنب القرى والأماكن الأثرية والمقابر والبرك.

وعند ظهور عوائق فى التخطيط مثل وجود مساحات منخفضة أو بقع صخرية أو تلال ترابية أو تقاطعات مائية ... إلخ فيجب دراسة أحسن وأنسب الطرق لتفاديها ، ومن الممكن أن يعاد النظر فى التخطيط لتجنب أى عائق ، ويمكن أن ينشأ عمل صناعى عند التقاطعات ، فمثلا عند وجود مرتفعات كبيرة يمكن إنشاء نفق لمرور المياه فيها ، وعند تقاطع مجريين مائيين تنشأ سحارة أو بدالة ، وعند مرور مجرى مائى تحت جسر سكة حديدية أو طريق عام ينشأ بربخ أو كوبرى .

ويراعى فى تخطيط الترع والمصارف أن تكون محاورها خطوط مستقيمة ما أمكن فإن ذلك يقلل من التكاليف كما يقلل من إنحدار المياه فى الترع وقد يكون هناك أكثر من تخطيط مقبول للمشروع الواحد فيكون التفضيل عندئذ بعد دراسة إقتصاديات الحلول المختلفة وذلك بتقدير تكاليف كل حل شاملة الأعمال الترابية والمنشآت (الأعمال الصناعية) وتكاليف الصيانة فى المستقبل .

ويتم التخطيط عادة وفق طبوغرافية الأراضى :

أ - لتخطيط محاور الترع والمصارف فى منطقة ذات طبوغرافية مستوية تقريبا ومنحدرة فى إتجاه واحد توضع الترعة المغذية مع الكنتور العالى وتتفرع منها الترع الأصغر فى إتجاه الإنحدار لتصب نهايتها مع المصارف الفرعية الصغيرة فى المصرف الكبير الذى يسير فى أوطى كنتور.

ب - لتخطيط منطقة ذات طبوغرافية متموجة أى تجمع بين عدة مرتفعات ومنخفضات توضع الترعة المغذية فى أعلى المرتفعات وتخطط الترع الأصغر فى المرتفعات الثانوية كما يتبع المصرف الرئيسى للمنطقة المنخفض الرئيسى وتخطط المصارف الأصغر فى المنخفضات الثانوية.

جـ - ولتخطيط منطقة ذات طبوغرافية تتجه لأعلى بالنسبة لمصدر الرى يلزم فى هذه الحالة رفع المياه فى الترعة الرئيسية المغذية للمنطقة. بإقامة عدد من محطات الرفع المتتالية على الترعة لتوصيل المياه بالمناسيب التى تتفق مع مناسيب الأرض الجديدة ، ويتم تحديد المسافات بين محطات الرفع على ضوء دراسة إقتصادية لمكعبات الحفر والردم والتقليل ما أمكن من أجزاء التكوين للترعة مع دراسة منسوب المياه الجوفية على طول الترعة فى حبسها الأعلى بهدف سهولة إنشاء أساسات محطات الرفع الأولى على أرض جافة إن أمكن ويراعى فى تخطيط الترع الفرعية أن تأخذ من الترعة الرئيسية خلف طرد محطات الرفع لتسير المياه فيها وفى الفروع الآخذة منها بالراحة.

٣-١-٥ حساب التصرف التصميمى للترع والمصارف طبقا للتركيب المحصولى للمنطقة

٣-١-٥-١ التصرف التصميمى للترع

يتم حساب التصرف التصميمى للترع خلال شهر أقصى الإحتياجات ، والبند ٣-٢-٢ يوضح تفاصيل حساب المقنن المائى .. مثال عددى

إحسب تصرف ترعة بزمام ٢٠٠٠ فدان بالوجه البحرى ، إذا كان التركيب المحصولى كما يلى :
أرز ٥٠٪ - قطن ٢٥٪ - أذره شامي ٢٥٪

من الجدول رقم (٣-٤) فإن الإستهلاك المائى للمحاصيل المذكورة خلال شهر يوليو هو: أرز ١٢٨٩ م^{٣} / ف/ الشهر - قطن ٧٤٣م^{٣} / ف / الشهر - اذرة شامى ٨٤٣م^{٣} / ف / الشهر

∴ الإستهلاك المائى اليومى =

$$\frac{١٢٨٩}{٣١} \times \frac{٥٠}{١٠٠} + \frac{٧٤٣}{٣١} \times \frac{٢٥}{١٠٠} + \frac{٨٤٣}{٣١} \times \frac{٢٥}{١٠٠} = ٣٣,٦ \text{ م}^{٣}\text{/ف / اليوم}$$

وحيث أن نظام الرى سطحى ∴ فواقد الحقل ٣٠٪

∴ مقنن الرى اليومى (حقلى) = ٣٣,٦ × ١,٣ = ٤٣,٦٨ م^{٣} / ف / اليوم

وبإعتبار فواقد النقل = ١٠٪

∴ التصرف التصميمى للترعة =

$$\frac{٢٠٠٠ \times ٤٣,٦٨ \times ١,١}{٨٦٤٠٠} = ١,١١ \text{م}^{٣} \text{/ ث}$$

٣-١-٥-٢ التصرف التصميمى للمصارف

بالنسبة للمصارف يراعى ما يلى

- يؤخذ مقنن الصرف = ٠,٤٠ مقنن الرى
- يحسب التصرف فى حالتين ويؤخذ التصرف الأكبر منهما ، الحالة الأولى تصرف أقصى الاحتياجات وهو نفس تصرف الرى حسب الطريقة عاليه مضروبا فى ٠,٤٠ ، والحالة الثانية هى التصرف خلال شهر أعلى معدل للأمطار ، ويتم تقدير هذا التصرف بإضافة تصرف الرى خلال هذا الشهر إلى ما يصل المصرف من مياه الأمطار ، ويتم تقدير هذه الكمية إما باستخدام البندين٦-٣-٢، ٦-٤-١-من الباب السادس أو باستخدام المعادلة التالية وهى طريقة مبسطة لحساب مياه الأمطار الواصلة للمصرف سم / اليوم.

$$R = P - \frac{T-32}{3.74}$$

حيث :

R = كمية المياه المتسربة بالسم يوميا

P = عمق المطر بالسنتيمتر يوميا

T = متوسط درجة الحرارة بالفهرنهيت خلال شهر أعلى معدل للأمطار

كما يمكن حساب تصرف المصرف بإستخدام المقننات الواردة فى البند ٢-٦-١ من المجلد الأول (بدلا عن ٠,٤٠ مقنن الرى) لحساب الحالتين ؛أى تصرف أقصى الاحتياجات وتصرف أ قل الاحتياجات مع إضافة مياه الأمطار إلى التصرف الأخير ، ثم حساب القطاع على أساس التصرف الأكبر

٣-١-٦ تصميم القطاعات العرضية للترع والمصارف

نعنى بتصميم القطاعات العرضية للترع تحديد العناصر الآتية:

١- الميل الجانبى للمجرى (Z)
٢- عرض قاع المجرى (b)
٣- عمق المياه بالمجرى (y)
٤- المسافة الرأسية بين سطح المياه بالمجرى والمسطاح
٥- عرض المسطاح والميل الجانبى له
٦- عرض الجسر والميل الجانبى له
٧- عرض نزع الملكية

البيانات المطلوبة لتصميم القطاعات العرضية للترع والمصارف:

قبل الشروع فى تصميم القطاعات العرضية للترع فإنه يلزم توافر البيانات الآتية :

١- **التصرف التصميمى للمجرى (Q)**
والذى يتم تحديده طبقا لزمام الترعة والمقنن المائى التصميمى بند ٣-١-٥

٢- **معامل ما ننج n للإحتكاك**
حيث يتم تحديد قيمة (n) على الوجه الاتى :

أ - بالنسبة للترع :

$$\frac{1}{n} = 40 \quad n = 0.025$$

ب - بالنسبة للترع المبطنة بالخرسانة : على حسب نوعية ومدى خشونة المسطح الخرسانى

$$\frac{1}{n} = 55 - 65$$

حـ - بالنسبة للمصارف :

$$\frac{1}{n} = 33$$

٣ - **إنحدار المياه . S :**
وهو الميل الذى تحدد إختياره طبقا لمتطلبات دياجرام مائى (السينوتيك) Synoptic Diagram . البند (٣-١-٧) أو طبقا للحسابات من الأشكال(٣-١) ، (٣-٢)

٤ - نوع التربة

الميل الجانبى للترعة Z :

يتم تحديد الميل الجانبى لمجرى الترعة بحيث لا يزيد عن الميل الطبيعى للتربة والذى يتم تحديد قيمته تبعا لنتائج تحليل التربة. وعلى وجه العموم تكون الميول الجانبية للترعة على الوجه الآتى :

أ - بالنسبة للتربة المتماسكة : يكون الميل ١ : ١ (أفقى : رأسى)
ب - بالنسبة للتربة النصف متماسكة : يكون الميل ٣ : ٢
ج - بالنسبة للتربة الرملية : يكون الميل ٢ : ١

تحديد عرض القاع (b) وعمق المياه (y) :
لتحديد عرض القاع (b) وعمق المياه (y) ، يتم التطبيق فى معادلةماننج :

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2} \qquad (3\text{-}1)$$

حيث :

Q	=	التصرف التصميمى للترعة	م^3 / ث
n	=	معامل ماننج للإحتكاك	
A	=	مساحة القطاع المائى	بالمتر المربع
R	=	نصف القطر الهيدروليكى = $\frac{A}{P}$	بالمتر
P	=	المحيط المبتل من الترعة	بالمتر
S	=	إنحدار سطح الماء بالمجرى= انحدار القاع فى حالة الجريان المنتظم	سم / كم

بمعلومية Q و n و S فإن التطبيق فى معادلة ماننج سينتج عنه علاقة بين عرض القاع (b) وعمق المياه (y) . ولتحديد (b) و (y) فإن الأمر يستلزم علاقة إضافية بينهم . وتوجد عدة طرق للتصميم تعطى العلاقة الإضافية المطلوبة على النحو التالى.

- إختيار علاقة مباشرة بين (b) و (y) :

بالنسبة للترعة فإن الخبرة المصرية تعطى العلاقات الخطية الآتية بين عرض القاع وعمق المياه :

أ - بالنسبة للترع الرئيسية φ = $\frac{b}{y} = 12 - 20$

ب - بالنسبة للترع الفرعية φ = $\frac{b}{y} = 6 - 12$

ج - بالنسبة لترع التوزيع φ = $\frac{b}{y} = 2 - 6$

وتتلخص خطوات التصميم للحصول على قيم (b) و (y) فيما يلى :

١- يتم إختيار العلاقة بين (b) و (y) على حسب نوع الترعة ولتكن :

$$b = \varphi y$$

٢- يتم تحديد مساحة القطاع المائى (A) بدلالة العمق (y) .

$$A = y\,(\varphi y + Zy\,) = y^2\,(\,\varphi + Z\,) \qquad (3\text{-}2)$$

٣- يتم تحديد المحيط المبتل (p) بدلالة العمق (y).

$$p = y\,(\,\varphi + 2\sqrt{Z^2 + 1}\,) \qquad (3\text{-}3)$$

٤- يتم التعويض فى معادلةماننج بقيم A و p لنحصل على قيمة y ومنها نوجد قيمة b

٥- يتم تقريب قيمة عرض القاع b على الوجه التالى :

أ - إذا كان $b < 5.0$ m يقرب عرض القاع لأقرب نصف متر.

ب - إذا كان $b > 5.0$ m يقرب عرض القاع لأقرب متر.

ج- يقرب العرض الى أقرب متر إذا كان العرض ٢ متر أو أقل

وبعد تقريب عرض القاع فإنه يلزم تطبيق معادلة ماننج مرة أخرى للحصول على عمق المياه y المناظر لعرض القاع الجديد.

٦ - يتم حساب السرعة المتوسطة للمياه V ويجب أن تتراوح السرعة بين ٠,٤ – ٠,٧ م / ث للترع الترابية ، ولاتقل عن ١م/ث للترع الرئيسية والفرعية المبطنة بالخرسانة ويلزم إعادة تصميم القطاع العرضى بإعتبار قيم أكبر نسب $\frac{b}{y}$ والعكس صحيح .

والطريقة السابقة تصلح للمجارى المبطنة والترابية والطريقة التالية تعتمد على تحديد الإنحدار والسرعة التى لا تسبب نحرا لقاع وجوانب المجرى وكذا لا ينتج عنها إطماء للمجرى أو نمو الحشائش على قاع وجوانب المجرى وخطوات التصميم كما يلى :

بعد حساب التصرف التصميمى للمجرى (Q) وتحديد الميل الجانبى (Z) فإن الشكل (٣-١) يعطى نصف القطر المغمور للمجرى (R) بدلالة التصرف ، وبدلالة التصرف أيضا فإن الشكل (٣-٢) يعطى العمق المتوسط للمجرى (y) .

وبتطبيق المعادلتين (٣-٢) ، (٣-٣) يتم الحصول على قيمة $\varphi = \frac{b}{y}$ وبالتالى يمكن تحديد قيمة عرض القاع (b) وحيث أمكن الحصول على قيمتى y و b وبدلالة Z يمكن حساب A ، وبالتطبيق فى معادلة التصرف (3-1) فإنه يمكن حساب الإنحدار S والذى لا ينتج عنه نحر أو إطماء أو نمو حشائش .
ويقرب عرض القاع إلى أقرب متر ثم يحصل على عمق المياه المناظر بنفس مساحة القطاع.

تصميم القطاع العرضى الإقتصادى .

يمكن تصميم قطاعا عرضيا للترعة بحيث يكون مساحة القطاع المائى (A) والمحيط المغمور (p) أقل ما يمكن. ويسمى القطاع الذى يحقق الشرطين السابقين بالقطاع العرضى الإقتصادى .
وشرط الحصول على هذا القطاع هو :

$$R = \frac{y}{2}$$

ويعطى الجدول التالى العلاقات بين b و A و p والمناظرة لقيم مختلفة للميل الجانبى

جدول (٣-١)

Side slope	b	A	P
1 : 1	0.828y	$1.828y^2$	3.656y
3 : 2	0.606y	$2.106y^2$	4.212y
2 : 1	0.472y	$2.472y^2$	4.944y

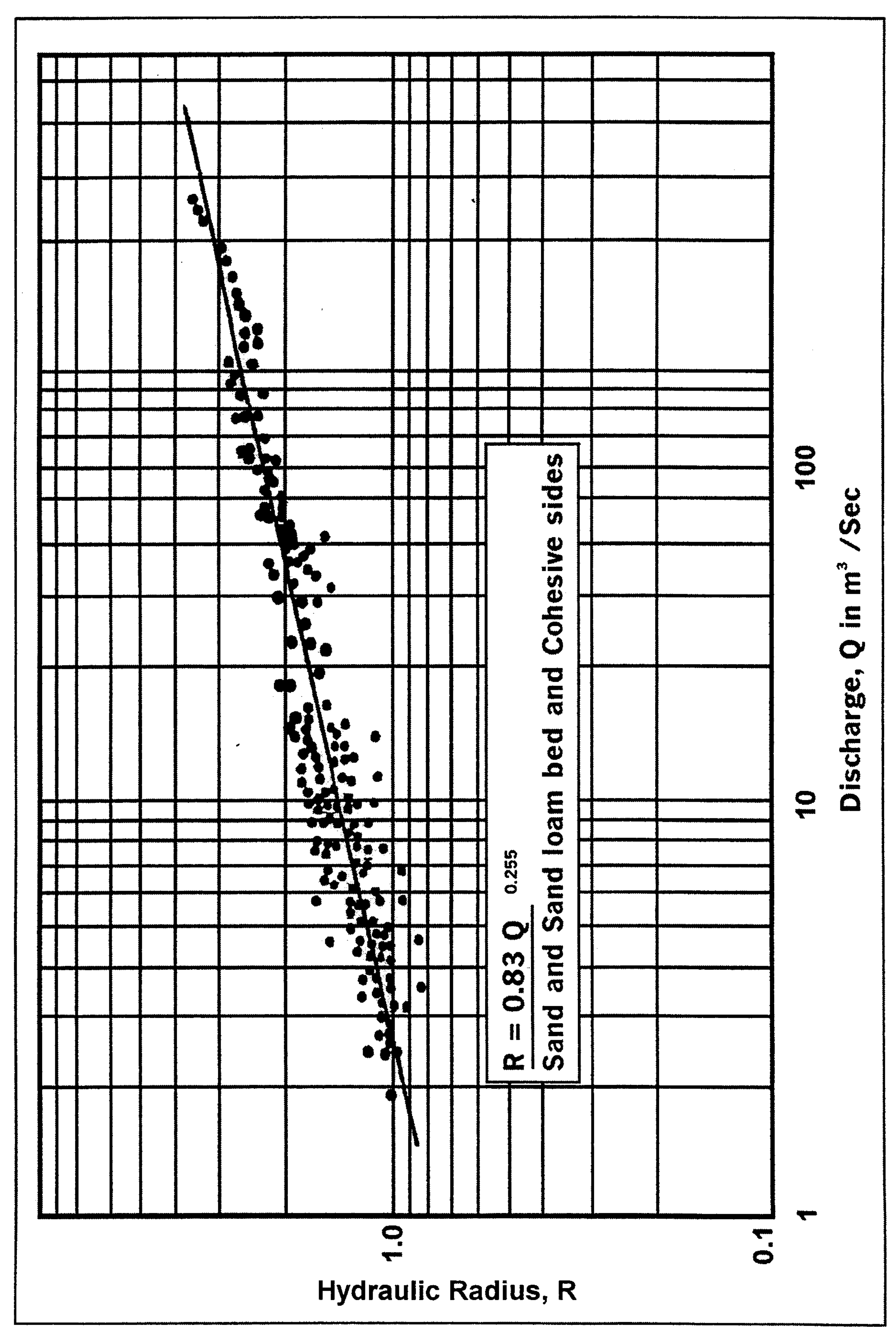


Fig. (3-1) Variation of Hydraulic Radius R with Discharge Q

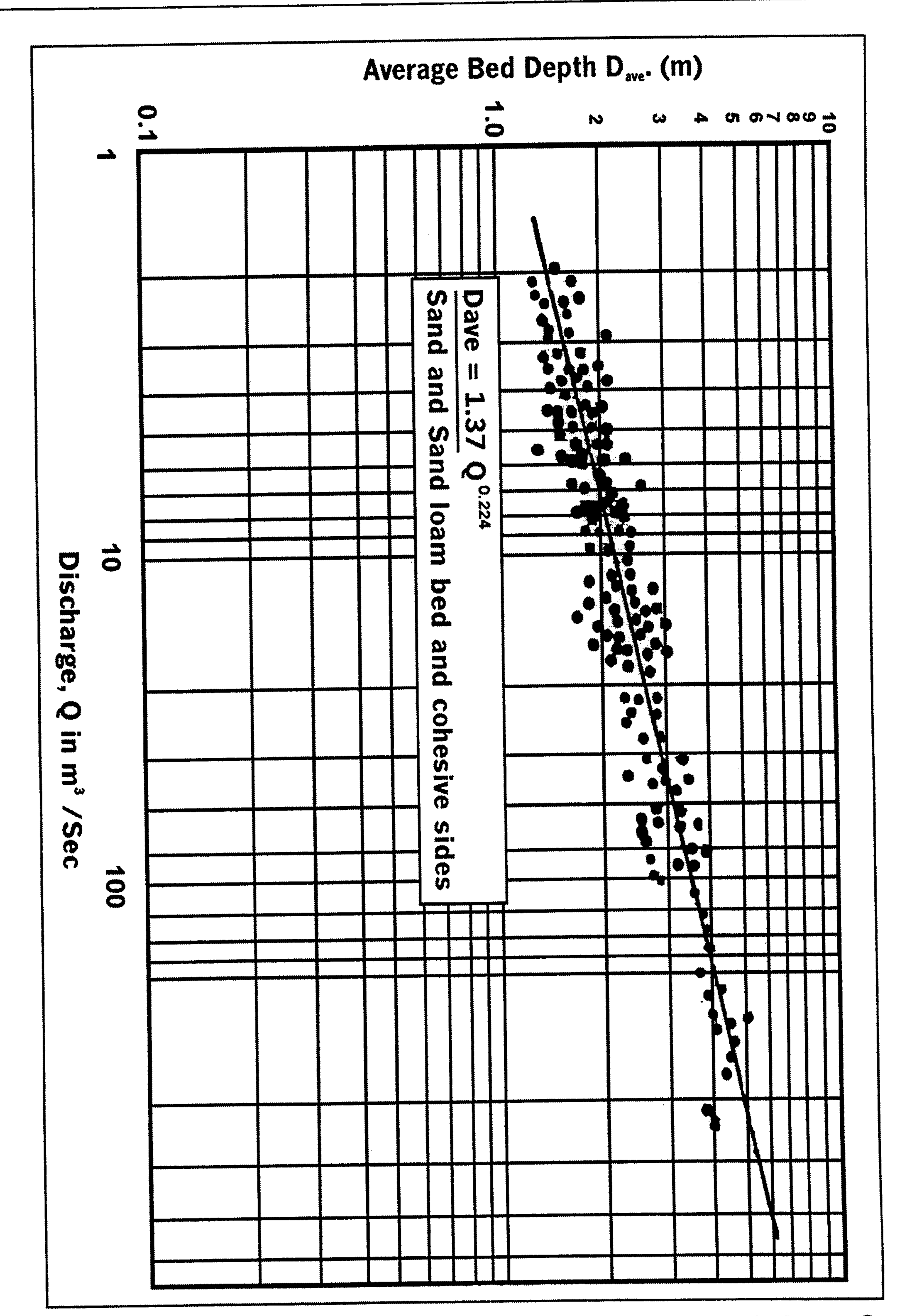


Fig. (3-2) Relation Between Average Bed Depth Dave with Discharge Q

ويمكن تلخيص خطوات التصميم للحصول على القيم b و y فيما يلى :

١- على حسب قيمة الميل الجانبى للترعة يتم اختيار علاقة بين b و y وكذلك A بدلالة y من الجدول السابق.
٢- بتطبيق معادلةماننج يتم الحصول على قيم y ومنها b.
٣- يتم تقريب قيمة عرض القاع والحصول على عمق المياه المناظر بنفس الأسلوب السابق بيانه فى النقطة رقم (٥) من طريقة التصميم الأولى.

ويؤخذ على هذه الطريقة أنها تعطى قيما كبيرة نسبيا لعمق المياه بالمقارنة بعرض القاع مما يعنى أن عمق الحفر سيكون نسبيا كبيرا كما أن عرض القاع أكبر من عمق المياه مما قد يزيد من تكلفة الإنشاء والصيانة.

استكمال القطاعات العرضية للترع والمصارف

بعد تحديد منسوب المياه وعمقها وعرض القاع يستكمل رسم القطاع العرضى للترعة كالآتى :-

١- تعمل مساطيح بقطاعات الترعة على منسوب أعلى مياه بها أو على منسوب أرض الزراعة وفى المصارف على منسوب أرض الزراعة .
٢- تكون جسور الترعة أعلى من منسوب أقصى أحتياجات بما لا يقل عن ٠,٥ متر فى ترع التوزيع ، ٧٥ سم فى الترعة الفرعية ، متر فى الترعة الرئيسية ، ويكون أحد الجسرين على الأقل بعرض ٥ أمتار أو أكثر ولا يقل عرض الجسر الثانى عن ٣,٠٠ متر (فقره ٥-٢-٣ تعطى تفاصيل أكثر).
٣- فى المصارف يعمل مسطاح على الجانبين بمنسوب أرض الزراعة وتكون الجسور كما ذكر فى البند السابق. ويكون أحد المسطاحين بعرض يسمح بحركة الكراكات فى حالة المصارف التى تحتاج للتطهير بهذه المعدات (٥-٢-١-٢).

تحديد عرض نزع الملكية

يحدد عرض نزع الملكية للترع والمصارف بالأمتار الصحيحة من نهاية الميل الخارجي للجسر الأيمن إلي نهاية الميل الخارجي للجسر الأيسر وتقوم هيئة المساحة بتوقيع حدود نزع الملكية علي الطبيعة بدق حدايد كل ٢٠٠متر وتقدر التعويض اللازم لنزع ملكية هذه الأراضي مراعية ماقد يكون عليها من مباني أو أشجار ...الخ .

٣-١-٧ رسم القطاعات الطولية للترع والمصارف وتحديد مواقع الأعمال الصناعية عليها:

أولا: رسم الدياجرام المائي لشبكة الترع (سينوبتك الترع)

(Synoptic Diagram for Irrigation System)

والغرض من هذا الدياجرام هو ربط مناسيب المياه في الترعة الرئيسية وفروعها بعضها ببعض.

بعد اعتماد التخطيط النهائي لمحاور شبكة الترع والمصارف ينفذ التخطيط على الطبيعة بدق أوتاد على محور كل ترعة أو مصرف ، وتعمل قطاعات عرضية بالميزان على مسافات متساوية كل ٢٠٠ متر على طول محور الترعة أو المصرف ، وذلك لتحديد متوسط مناسيب أرض الزراعة على جانبى المحور ، وبذلك يمكن رسم قطاع طولى لأرض الزراعة وترسم القطاعات الطولية عادة بمقياس ١ : ٢٠٠٠ للمسافات الأفقيه ، ١ : ١٠٠ للمناسيب الرأسيه.

وعند توقيع خطوط المياه على القطاعات الطولية للترع الآخذة من الترعة الرئيسية يراعى أن يكون الرى بالرفع وهو النظام المتبع فى مصر بعد إنشاء السد العالى تجنبا لإهدار المياه فى عمليات الرى بالراحة ويكون سطح الماء فى الترعة أوطى من أرض الزراعة بنحو ٥٠ - ٧٠ سم وعند وضع خطوط المياه فى سينوبتك الترع يراعى ما يلى :

١- يبدأ وضع خطوط المياه للفروع الصغيرة بالانحدارات المناسبة (١٥ - ٣٠ سم فى الكيلو) وتحدد مناسيب المياه خلف أفمام هذه الفروع وبإضافة ١٠ سم على هذه المناسيب يحصل على المناسيب اللازمة فى الترع التى تغذى هذه الفروع والتى تسمح بتغذيتها بالراحة. ونستمر هكذا من الفروع الصغرى إلى الكبرى حتى نصل إلى مناسيب المياه فى الترعة الرئيسية ، ثم يحدد خط المياه فى هذه الترعة بحيث يمد جميع الفروع ويجب ألا يقل فرق التوازن على قناطر الأفمام الآخذة من الترعة الرئيسية عن ١٠ سم ثم نعيد النظر فى هذه المناسيب لنتبين ما إذا كان يلزم إقامة قنطرة حجز على الترعة الرئيسية أو على الفروع .

٢- إذا كان منسوب المياه بالترعة المغذية للترعة الرئيسية أوطى من منسوب المياه المطلوب للترعة الرئيسية وليس فى الإمكان حتى مع تعديل الدياجرام المائى تغذية الترعة الرئيسية بالراحة فلابد من إنشاء محطة رفع عند فم الترعة الرئيسية - والعكس بالعكس إذا وجد بعد عملية السلسلة الأولى للمناسيب إن هناك فرقا بين منسوب المياه خلف فم الترعة الرئيسية والترعة المغذية يزيد كثيرا عن ١٠ سم فإنه يكون هناك مجال لتحسين رى المنطقة .

٣- إذا وجد زمام كبير لأحد الفروع ولا يمكن تحسين منسوب مأخذ هذا الفرع بالنسبة للوضع العام فيمكن فى هذه الحالة التفكير فى إنشاء محطة رفع لهذا الفرع أو قنطرة حجز أمام الفرع.

٤- إذا لم تتوافق انحدارات سطح الأرض مع انحدارات المياه بالترع فيمكن تنظيم الانحدارات كالآتى :
أ - فى حالة الهبوط المفاجئ لمناسيب سطح الأرض فإنه يمكن إنشاء هدار أو قنطرة .
ب - إذا كان ميل سطح الأرض منتظما ولكن انحداره يزيد كثيرا عن الانحدارات المعتادة لسطح المياه فى الترع فإنه يمكن تهدير المياه على طول الترع بانحدارات مناسبة وذلك بإقامة هدارات كما هى الحال فى الفيوم - ونحسب المسافة بين الهدارات بفرض سقوط مائى حر على الهدار لا يزيد عن٣متر.

٥- فى الترع الطويلة من الممكن تغيير انحدارات سطح الماء على طول الترعة بعمل قناطر حجز بحيث يكون الانحدار تصاعديا فى أتجاه حركة المياه أى ١٠ ثم ١٢ ثم ١٤ ثم ١٦ سم فى الكيلو مثلا وذلك بعكس الحال فى المصارف .

ثانيا: رسم الدياجرام المائى لشبكة المصارف (سينوبتك المصارف)

(Synoptic Diagram for Drainage System)

تحدد إنحدارات خطوط المياه فى شبكة المصارف العمومية برسم الدياجرام المائى للمصارف ويلاحظ أن الترقيم الكيلومترى للمصرف يبدأ من المصب أى بعكس إتجاه المياه وليس كالترع مع إتجاه المياه وعند رسم الدياجرام المائى لشبكة المصارف يراعى ما يأتى :-

أ - عند تحديد الخط المتوسط لإنحدار سطح الأرض يمكن إهمال المنخفضات العميقة جدا وكذا المرتفعات العالية جدا .

ب - توضع خطوط المياه بانحدارات مناسبة فى المصارف الفرعية بدرجاتها المختلفة بالعمق الوارد بالكود تحت بند رقم (٢-٦-١).
ج - فى المصارف الفرعية الطويلة والمصرف الرئيسى يمكن تقليل الانحدار كلما اتجهنا نحو المصب .
د - يتم تحديد خط المياه فى المصرف الرئيسى بحيث يكون أوطى من مناسيب مصبات المصارف الفرعية فيه بمقدار ٤٥ سم على الأقل وهذه تمثل الضاغط الهيدروليكى على ماسورة المصب وذلك لضمان صرف الفروع على المصرف الرئيسى بالراحة .
هـ - بعد وضع خط المياه المناسب بالانحدارات المناسبة للمصرف الرئيسى إذا إتضح أن أحد مصبات المصارف الفرعية عالى كثيرا عن هذا الخط تعاد دراسة هذ المصرف الفرعى للنظر فى إمكان تحسين الصرف عليه .
أما إذا وجدنا أن خط المياه المناسب للمصرف الرئيسى أعلى من بعض المصارف الفرعية وكان زمام هذه المصارف صغيرا فيمكن التضحية بجودة الصرف عليها .. ، أما إذا كان زمام هذا الفرع أو الفروع كبيرا فلابد من خفض مناسيب المصرف الرئيسى .
و - يزيد إنحدار سطح المياه فى المصارف عادة عنه فى الترع الترابية (غير المبطنة) وذلك لتوفير السرعة الكافية لمقاومة نمو الحشائش بالمصارف .

استكمال القطاعات الطولية للترع والمصارف :

.. بعد تصميم القطاعات العرضية للترعة أو المصرف كما هو موضح بالفقرة التالية يستكمل القطاع الطولى بإضافة خط القاع وخطى الجسرين الأيمن والأيسر وتبين على القطاع الطولى مواقع الأعمال الصناعية ، وبذلك يكون القطاع الطولى شاملا الخانات الآتية :

١. المسافة بالكيلو متر من فم الترعة أومصب المصرف .
٢. منسوب أرض الزراعة أيمن.
٣. منسوب أرض الزراعة أيسر .
٤. منسوب سطح الماء .
٥. منسوب الجسر الأيمن .
٦. منسوب الجسر الأيسر.
٧. منسوب القاع وانحدار سطح المياه والقاع
٨. الميول الجانبية
٩. التصرف التصميمى
١٠. عرض نزع الملكية

٣-١-٨ مراجعة قطاعات الترع المغذية للمنطقة وكذلك المصرف الرئيسى وتعديلها طبقا للزمام المضاف

تدرس القطاعات العرضية للترعة المغذية للمنطقة إبتداء من فمها حتى مأخذ ترعة رى أراضى التوسع وذلك بعد إضافة زمام التوسع الى زمام الترعة المغذية . ويحسب أقصى تصرف يلزم لرى الزمامين معا وتحسب القطاعات العرضية اللازمة لذلك وتطبق على القطاعات العرضية الحالية للترعة المغذية ليحسب حجم الأتربة لتوسيع الترعة ومثل ذلك يجرى على المصرف الرئيسى الذى يصب فيه المصرف العام لمنطقة التوسع ..فتدرس قطاعات المصرف من نقطة التقابل حتى مصب المصرف الرئيسى وتعدل لتتسع للتصرف الجديد.

٣-١-٩ تحديد مواقع وتصرفات ومقادير الرفع لطلمبات الرى والصرف اللازمة
من القطاعات الطولية تحدد مواقع طلمبات الرى أو الصرف اللازمة للمنطقة ومقادير الرفع اللازمة لهذه الطلمبات كما ذكر فى البند ٣-١-٧ وإذا كانت الترعة المغذية لترعة المنطقة ترفع إليها المياه بمحطة طلمبات فيلزم إضافة وحدة أو أكثر لهذه المحطة لزيادة تصرفها بما يكفى لتغذية ترعة المنطقة .. ، وكذلك فى حالة المصرف الرئيسى الذى يصب فيه مصرف المنطقة إذا كانت مياهه عند مصبه ترفع بمحطات طلمبات فتضاف إليها وحدة أو أكثر لرفع التصرف الزائد .

٣-١-١٠ حساب مكعبات الحفر والردم اللازمة للترع والمصارف
يبدأ بعمل ميزانية قطاعات عرضية على موقع المجرى المراد حساب مكعبات الحفر والردم اللازمة له ويبدأ بالقطاع الأول عند الكيلو ٠,٠٥٠ من حد نزع الملكية بالبر الأيسر حتى نزع الملكية فى البر الأيمن ويؤخذ القطاع الثانى عند الكيلو ٠,٢٠٠ ثم الكيلو ٠,٤٠٠ ويستمر عمل ميزانية القطاعات كل ٢٠٠ متر حتى النهاية وقد تؤخذ قطاعات إضافية بين هذه المسافات إذا لوحظ تغيير مفاجىء فى مناسيب الأرض وتحدد المسافة التى يسرى عليها كل قطاع وترسم القطاعات الابتدائية ويطبق عليها أورنيك الترعة أو المصرف عند موقع كل قطاع وتحسب بعد ذلك مساحة الحفر أو الردم اللازمة ثم تضرب هذه المساحة بالنسبة للقطاع الأول x ١٠٠ ولباقى القطاعات x٢٠٠ وللقطاع الأخير x ١٠٠ + المسافة بعده للنهاية وبذلك تحصل على مكعبات الحفر والردم اللازمة للمجرى المذكور ويراعى عند التشغيل ترك بروفيلات بعرض خمسة أمتار تمثل القطاعات الأصلية للأعمال عند النقط التى أخذت فيها القطاعات الإبتدائية .

٣-١-١١ مواصفات الحفر ونقل الأتربة
أ - تشمل أعمال حفر التربة الطينية الثقيلة والمتوسطة والخفيفة والتربة الرملية والتربة الطبيعية المنزلقة والرملية المتحركة والزلط وقطع الأحجار الصغيرة وبقايا الأعشاب والأشجار وما قد يؤدى إليه الحفر من ضرورة نزح المياه المتسربة ، والصاعدة من ينابيع أو عيون ، ولا يستثنى من بند الحفر فى العقود سوى التربة الصخرية .

ب - التربة الصخرية

التربة الصخرية وهى التربة الصلدة التى لا يمكن حفرها بآلات الحفر العادية والتى يلزم للحفر فيها إستخدام المواد الناسفة أو الألات الثاقبة أو إستخدام الخوابير والشواكيش ويسرى ذلك أيضا على الكتل الصخرية التى يزيد حجمها عن متر مكعب واحد.

وينبغى عند إجراء عمليات النسف أن تكون تحت إشراف ملاحظ ذى خبرة وأن تعتمد الإدارة مواضع الثقوب وأعماقها واتجاهاتها وكمية المفرقعات التى توضع فيها والتى تكفى لنسف الحجم المطلوب دون إلحاق أى ضرر بأعمال مجاورة أو بأشخاص العاملين فى الموقع . كما يجب الإعلان المسبق عن وقت التفجير لتلافى الأضرار بالأشخاص والكائنات الموجودة بالموقع أو المارة القريبة منه .

وإذا طلبت الإدارة من المقاول تشوين ناتج الحفر كله أو بعضه فإنه يقوم بهذا التشوين بالمقاسات والميول التى تحددها الإدارة ويدخل هذا العمل ضمن فئة الحفر . وإذا لزم أخذ أتربة من التشوينات فيكون لأخذها ونقلها فئات خاصة تتناسب مع مسافة النقل ، وإذا كان الغرض هو تكوين جسور لمجارى مائية فإن الفئة تشملها كذلك هذه الأتربة طبقا للمواصفات.
وتشمل فئات الحفر والردم النقل بما فيه التحميل والتفريغ لمسافة لا تزيد عن مائة متر على أن تتضمن البنود الخاصة بمستندات طرح العطاءات جميع المواصفات المطلوبة.

٣-١-١٢ مواصفات الردم وحفر الإستعارة

تختبر مواد الردم كما تختبر عينات من الردم بعد دكها للتحقق من خواص التربة وصلاحيتها ومحتوياتها من الرطوبة وبصفه عامة تؤخذ الأتربة اللازمة لتكوين الجسور من ناتج الحفر أو من فائض أعمال تسوية الأرض فإذا لم تكن هذة الأتربة كافية أو كانت غير صالحة للردم فإن الأتربة تؤخذ من حفر إستعارة تعتمد الإدارة صلاحية أتربتها للردم وعند إنتهاء العمل فيها يجب أن يقوم المقاول بتهذيب ميول المنطقة وتركها في حالة تقرها الإدارة.

ويجب أن يكون الردم علي طبقات لا يزيد سمكها عن ٢٥سم بعد الدمك قبل وضع الطبقة التالية .
وقد تطلب الإدارة من المقاول ترك مسافة خالية من الردم كما هى الحال فى مواقع المنشآت فإن إعادة ردم هذه المواقع وتسويتها يلتزم به المقاول ويدخل ضمن فئات الردم.
ومن الضرورى فى أعمال الحفر والردم مراعاة ما يأتى :

١- أتربة ناتج الحفر تكون منها الجسور حسب القطاعات العرضية الشاملة للموقع وحسب المواصفات والتعليمات وإذا زادت أتربة ناتج الحفر عن المطلوب لتكوين الجسور فتشون الأتربة الزائدة خارج منافع مجارى الرى والصرف وبميول مناسبة لنوع التربة وبإرتفاع لا يزيد عن متر ونصف متر ، وإذا خالف المقاول هذا الشرط يصير نقل هذه الأتربة على حسابه .

٢- يجب على المقاول البدء بتنفيذ المجارى مبتدءا من الأفمام بالنسبة لمجارى الرى ومن المصبات بالنسبة لمجارى الصرف.

٣- يجب عدم ترك أتربه من ناتج التشغيل على المساطيح أو الميول وأى أتربة تلقى على الميول أو المساطيح تزال على حساب المقاول قبل الإستلام .

٤- على المقاول أن يحافظ على كل من البروفيلات ولا يجب إزالتها إلا بتصريح كتابى من الإدارة وإذا تغيرت أو مست بأى طريق أو أزيلت بدون تصريح فللإدارة حق التقدير المطلق لمقدار الأعمال التى يحصل عنها الدفع للمقاول ويكون قرارها فى ذلك نهائيا.

٣-١-١٣ استلام الحفر والردم وشروط قبول العجز

تعمل الميزانية الختامية بقطاعات عرضية متباعدة ٢٠٠ متر مثل الميزانية الابتدائية ولكن فى مواقع مرحلة عن مواقع القطاعات الابتدائية طبقا لما يراه مهندس الإدارة وتوقع المناسيب على القطاعات الإبتدائية وتقارن بأورنيك الحفر والردم ويجب الا يزيد عجز إجمالى المكعب الختامى عن إجمالى المكعب الإبتدائي بأكثر من ٥٪ كما يجب ألا يكون قاع الترعة أو المصرف فى أى قطاع مرتفعا أكثر من ١٠ سم عن الأورنيك التصميمى وإلا طلب من المقاول إعادة العمل كذلك ينبغى ألا تكون مناسيب سطح الجسور فى أى قطاع أوطى من المنسوب المقرر بأكثر من ١٠ سم . كذلك لا تقبل الزيادة فى الحفر أو الردم إلا إذا رآت الإدارة أن لذلك أسبابا تبررها.

إنهيارات الميول الجانبية

يتخذ المقاول كافة الاحتياطات لمنع أى انهيارات أو إنزلاقات فى الميول الجانبية للترع أو المصارف أو فى الجسور . فإذا حدث إنهيار أو إنزلاق فعلى المقاول أن يقوم بعمل اللازم لتلافى أى أضرار تنتج عن ذلك وإصلاح الميول أو الجوانب المنهارة ودون المطالبة بأى زيادة فى فئات الحفر المعتمدة.

٣-١-١٤ الحساب الختامى لأعمال الحفر والردم
بعد قيام المقاول بجميع التزاماته الموضحة بالبنود السابقة بعمل الحساب الختامى لأعمال الحفر والردم من واقع الفرق بين القطاعات الابتدائية والختامية.

٣-٢ الرى الحقلى وطرق الرى الحديثة

٣-٢-١ متطلبات وأسس تصميم طرق الرى الحقلى

٣-٢-١-١ البيانات الأساسية
يحتاج تصميم وتخطيط طرق الرى الحقلى إلى معلومات عن الموقع والطبوغرافيا والتربة والمناخ والمياه والمحاصيل .

أ- الموقع :-
تنتج أجهزة المساحة المحلية والدولية خرائط ذات مقاييس رسم مختلفة ويوصى عادة بإستخدام الخرائط ذات مقياس الرسم الكبير فى تصميم وتنفيذ طرق الرى الحقلى وتشـــمل هذه الخرائط ذات المقـــاييس (١: ١٢٥٠، ١ : ٢٥٠٠ ، ١: ١٠٠٠٠) ويلزم تحديث الخرائط نتيجة لحدوث تغييرات فى حدود الحقول ويلزم أن يتم هذا التحديث بالموقع قبل البدء فى أعمال التخطيط .

ويرسم موقع مشروع الرى على الخرائط المساحية مع تعديلها لتوضيح جميع الخصائص الرئيسية التى تؤثر على تصميم نظام الرى .. ويلزم دراسة الخصائص الحالية للموقع بعناية للتأكد من أن جميع البيانات التى يمكن أن تؤثر على أعمال التصميم قد تم تضمينها وتقييمها .. وقد يكون من الضرورى أن يقوم المصمم بزيارة الموقع أكثر من مرة قبل أن ينتهى من أعمال التصميم .
ويجب الأخذ فى الإعتبار التفاصيل التالية:

- **مقياس الرسم :**
يجب أن يرسم مشروع الرى على الخرائط المساحية وأن يكون مقياس الرسم مناسبا بحيث يسمح بتوضيح جميع التفاصيل الضرورية ... بما فى ذلك المصارف التى تؤثر على تصميم النظام.

- **الأبعاد :**
قد يكون من الضرورى مراجعة الأبعاد فى بعض الأجزاء التى يسمح مقياس رسم الخريطة بالحصول عليها بالدقة الكافية.

- **حدود مشروع الرى :**
يلزم تحديد حدود الحقول التى سيصير ريها مع التركيز على حدود كل حقل على حدة كذلك يلزم تحديد المساحة الكلية التى سيصير ريها.

- **مساحة الحقل:**
يلزم قياس مساحة كل حقل على حدة بالفدان حيث سيكون هذا البيان مطلوبا فى أعمال التصميم.

- **ترقيم الحقول:**
يلزم ترقيم أو تسمية كل حقل من الحقول المزمع ريها على حدة حيث تستخدم هذه الأرقام أو الأسماء فى أعمال التصميم وأيضا عند تحديد أولويات الرى.

- **إتجاه الشمال:**
يلزم إستخدام الشمال الجغرافى فى تحديد موقع المشروع ولوحات التركيب والتنفيذ التفصيلية.

- **خطوط الكنتور:**
يلزم رسم خطوط الكنتور على فترات مناسبة لأعمال التصميم ومن الممكن أن تستخدم فترات كنتورية مختلفة لنظم الرى المختلفة وعندما يكون وجود خطوط الكنتور ضروريا فى أعمال التصميم فمن الممكن أن تتم أعمال مساحية إضافية بغرض تحديد خطوط كنتور جديدة.

- **نقط الروبير:**
تستخدم نقط الروبيرات لمراجعة صحة المناسيب الواردة فى الخرائط المساحية.

- **المساحات التى لا تصلح للرى والمستبعدة:**
يلزم تحديد المساحات التى لا تصلح للرى بسبب تعرضها للنحر الناتج عن الرياح على سبيل المثال أو تلك التى تحتوى على طبقات صخرية أو ذات المناسيب المرتفعة مما يقلل من جدوى ريها وزراعتها.

- **الإنحدارات:**
يلزم توضيح الإنحدارات الطبيعية لسطح التربة حيث أن هذه الإنحدارات قد تكون من العوامل المحددة للتصميم وتشغيل أجهزة ومعدات الرى.

- **الصرف:**
يلزم تحديد التفاصيل الكاملة للصرف بالموقع الذى سيتم تزويده بطرق الرى الحديثة.

ب - التربة :-

تشمل بيانات خرائط الحصر التصنيفى للتربة تفاصيل التغيرات المحلية للطبقات السطحية من التربة والصرف الطبيعى لها ومن الممكن أن يشمل الحصر التصنيفى للتربة الخصائص الطبيعية والكيميائية والجيولوجية لها مع شرح لتوزيعات العناصر المختلفة بالتربة.

ج - المناخ:-

من الممكن أن تكون البيانات والأرصاد المناخية التى تصدر عن أجهزة الأرصاد الجوية يومية أو شهرية أو سنوية وتشمل هذه الأرصاد درجة الحرارة العظمى والصغرى والمتوسطه وسرعة الرياح وعدد ساعات سطوع الشمس والبخر من الحلة من طراز (أ) والرطوبة النسبيه وكمية الإشعاع ودرجة حرارة الترمومتر المبتل والجاف وكمية الأمطار .

ومن الممكن أن تشمل هذه الأرصاد أيضا معدل البخر نتح القياسى وبيانات عن الرطوبة الأرضية ... ويجب ألا يقل طول الفترة الزمنية للأرصاد التى تستخدم فى أعمال التصميم عن عشرة سنوات.

د - المياه :-

سيوضح البند (٣-٢-٢) الأحتياجات المائية كما سيوضح البند ٤-٢-٣ معايير المياه الصالحة للرى.

هـ - المحاصيل:-

يلزم الحصول على التفاصيل الواردة فيما بعد بالنسبة لكل محصول على حده وحيثما يكون من المطلوب من رى مجموعة من المحاصيل فى كل موسم عن طريق نظام الرى المقترح يلزم الحصول على بيانات تفصيلية لكل محصول على حدة وهى:

أ - أنواع المحاصيل.
ب - معاملات المحاصيل وهى العلاقة بين الاستهلاك المائى الفعلى للمحصول والاستهلاك المائى لمحصول قياسى ... ويمكن الاستعاضة عن معامل المحصول بالنسبة المئوية للغطاء الخضرى بالنسبة للمساحة الأرضية المنزرعة .
ج - النسبة المئوية للغطاء الخضرى ويرتبط ذلك بعمر المحصول خلال مراحل النمو المختلفة والتواريخ التى يصل عندها المحصول إلى النسبة المئوية للغطاء الخضرى.
د - عمق الجذور.
هـ - الإتساع بين الجذور.
و - إرتفاع المحصول الكامل النمو.
ز - المسافة بين النباتات على طول الخطوط.
ج - المسافة بين الخطوط.
ط - نسبة التحميل : إذا حمل محصول على محصول آخر يلزم تحديد ما إذا كان المحصولان سيتم ريهما ويدخل فى ذلك حسابات الإستهلاك المائى ومدى مناسبة نظام الرى (مثال نظام الرى بالرش لمحصول واحد أو محصولين).
ى - جداول وبرامج الرى.
ك - الأمراض المتعلقة بالمحصول.
ل - نوعية المياه.
م - برنامج التسميد.
ن - برنامج الوقاية من الحشرات (المبيدات).
ع - برنامج الوقاية من الأمراض المختلفة.
غ - معدل البذور لوحدة المساحة.
ف - معدل وعدد النباتات فى وحدة المساحة.
ق - الإنتاج المحصولى.
س - القيمة المالية للإنتاج لوحدة المساحة.
ش - القيمة المالية الكلية للإنتاج.
ص - تكاليف الزراعة والحصاد.
ض - طول موسم النمو.

٣-٢-٢ الإحتياجات المائية ومقننات الرى

٣-٢-٢-١ تعاريف أساسية

المقنن المائى : هو عبارة عن القدر المناسب من المياه والذى يلزم لرى الفدان فى فترة معينة من الزمن لإنضاج المحصول ويضاف إلى هذا القدر مقادير المياه التى تضيع بالإنتقال من نقطة التوزيع إلى منطقة جذور النبات ويشمل المقنن المائى : الإستهلاك المائى + فواقد الحقل.

الإستهلاك المائى : Consumptive use : هو كمية المياه التى يحتاجها النبات (محصول معين) لبناء أنسجته وخلاياه ومضافا إلى هذه الكمية ما يفقد بالبخر من سطح الأرض المجاورة للنبات وعلى أن يكون نموه فى مساحة غير محدودة وفى تربة صحيحة وتحت ظروف بيئية تمكن من الوصول إلى أقصى إنتاج.

فواقد الحقل : هى فواقد النقل من فتحة الحقل إلى منطقة جذور النبات ، وتتوقف الفواقد على نظام الرى ، فتقدر بحوالى ٥٪ للرى بالتنقيط ، ١٠٪ للرى بالرش ، ٣٠٪ للرى السطحى.

فواقد النقل : هى الفواقد من مصدر المياه إلى فتحة الحقل وتتراوح بين ١٠٪ إلى ٢٠٪ حسب المسافة وطبيعة المجرى.

٣-٢-٢-٢ طرق تقدير الإستهلاك المائى

٣-٢-٢-٢-١ تحديد الإستهلاك الفعلى للمحاصيل الرئيسية

من واقع عينات التربة وأجهزة القياس المختلفة ، والجداول أرقام (٣-٢) ، (٣-٣) ، (٣-٤) تبين الإستهلاك المائى الفعلى للمحاصيل الرئيسية بمناطق الجمهورية الثلاث : الوجه البحرى - مصر الوسطى - مصر العليا (الدراسة المشتركة لمعهدى بحوث توزيع المياه وطرق الرى – بحوث الأراضى والمياه).

٣-٢-٢-٢-٢ الطرق التقديرية الحسابية

لتحديد الإستهلاك المائى القياسى ETo (البخر نتح المقارن) ، وهناك طرق عديدة لحساب هذا الرقم :

أ - معادلة بلانى وكريدل

$$ETo = C\,[P\,(0.46\,t + 8)] \quad \text{مليمتر} \qquad (3\text{-}4)$$

- حيث C = معامل تصحيح يعتمد فى حسابه على الرطوبة النسبية وعدد ساعات سطوع الشمس $\frac{n}{N}$ وسرعة الرياح بالنهار والجدول رقم (٣-٦) يوضح درجات الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح لمناطق الجمهورية الثلاث ، أما الشكل رقم (٣-٣) فيوضح كيفية تطبيق المعادلة والمثال العددى يوضح ذلك تفصيليا .

P = المتوسط اليومى لنسبة ساعات سطوع الشمس سنويا لشـــهر معين فى موقع معين والجـــدول رقم (٣-٥) يوضح هذا الرقم لخطوط عرض مختلفة.

t = متوسط درجة الحرارة اليومية خلال شهر معين.

مثال عددى : احسب الاستهلاك المائى لمحصول الذرة الشامية خلال شهر يوليو بمنطقة مصر العليا.
من الجدول رقم (٣-٥) $P = 0.31$ ومن الجدول رقم (٣-٦) متوسط درجة الحرارة خلال شهر يوليو = ٣٠,٢٧° الرطوبة ٣٤,٣٣٪ . سرعة الرياح = ١,٩٢ متر/ث.

- الخطوة الأولى ايجاد قيمة f وهى تساوى $f=P(0.46t+8)$

$f = 0.31\ (0.46 \times 30.27 + 8) = 6.8$ مم

ومن المنحنى رقم ٢ من الشكل (٣-٣) إذا كانت $f = 6.8$ فإن $ETo = 7.8$ ....

ومن الجدول (٣-٧) ... $Kc = 0.87$
وحيث .. $Etc = ETo \times Kc$

∴ الإستهلاك المائى اليومى للذرة الشامية $7.8 \times 0.87 = 7.48$ = ملليمتر

∴ الإستهلاك المائى الشهرى للذرة الشامية فى شهر يوليو فى الوجه القبلى م٣ / ف

$$= \frac{7.48}{1000} \times 31 \times 4200 \qquad = 974\ \ m^3\ /\ fed\ /\ month$$

جدول رقم (٣-٢) الاستهلاك المائى الشهرى للمحاصيل الرئيسية (م٣/فدان)

منطقة : مصر العليا

الموسم	المحصول/شهر	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	إجمالى
شتوى	قمح	٣١٩ر٢	٤٢٩ر٢	٥٧٢ر٩	٤٩١ر٤							٩٢ر٤	٢٩٠ر٢	٢١٩٥ر٣
	فول	٣١٠ر٠	٤٤٩ر٤	٥١٩ر٥								٢٤١ر٩	٣٠٦ر٢	١٨٢٧ر٠
	شعير		٥٣٠ر٠	٤٩٤ر٠								٥٥٠ر٠	٥٨٠ر٠	٢١٥٤ر٠
	حلبة	٢٦٤ر٥	٣٠٤ر٨	٣٤٥ر٠									٣٢٧ر٧	١٢٤٢ر٠
	ترمس	٢٥٣ر٠	٣١٠ر٥	٣٤٥ر٠									٣٣٣ر٥	١٢٤٢ر٠
	حمص	٢٦٤ر٥	٣٠٤ر٨	٣٥٦ر٥									٣٤٥ر٠	١٢٧٠ر٨
	عدس	٤٢٠ر٠	٤٢٠ر٠	٢٩٤ر٠								١٦٨ر٠	٣١٥ر٠	١٦١٧ر٠
	برسيم تحريش	٢٧٣ر٠	٣٩٩ر٠									٢٤٣ر٦	٢٧٣ر٠	١١٨٨ر٦
	برسيم مستديم	٢٧٤ر٧	٤١٨ر٧	٦٢٥ر٤	٧٠٠ر٦	٥٨٧ر٢						٢٤١ر٦	٢٧٢ر٢	٣١٢٠ر٧
	كتان	٤١٠ر٠	٤٢٥ر٠	٢٨٥ر٠								١٥٠ر٠	٢٨٠ر٠	١٥٥٠ر٠
	بصل شتوى	٣١٥ر-	٣٧٣ر٨	٤٦٦ر٢	٣٧٨ر٠								١٨٩ر٠	١٧٢٢ر٠
	توم	٤٢٠ر٠	٣٩٩ر٠	٢٧٣ر٠							٤٢	٨٤ر٠	١٢٦ر٠	١٣٤٤ر٠
	خضروات شتوية	١١٧ر٦	٦٧ر٢	٧١ر٤	٥٨ر٨				٢٩ر٤	٢١٠ر٠	٢٩٤ر٨	٣٧٣ر٨	٢٨٥ر٦	١٦٠٨ر٦
	نباتات أخرى شتوية	٤٢٠ر٠	٣٩٩ر٠	٢٧٣ر٠									١٢٦ر٠	١٢١٨ر٠

تابع جدول رقم (٣-٢) الاستهلاك المائى الشهرى للمحاصيل الرئيسية (م٣/فدان)

منطقة : مصر العليا

الموسم	المحصول/شهر	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	إجمالى
صيفى	قطن			٤٣٥ر٩	٥٢١ر٦	٦٢٠ر٨	٨٣٦ر٦	٩٧٦ر٥	٤٩٤ر٨					٣٨٨٦ر٢
	أذرة صيفى					٢٤٣ر٦	٦٨٨ر٨	٩٩٩ر٦	٧٣٥ر٠	١٣٨ر٦				٢٨٠٥ر٦
	أذرة رفيعة صيفى						٤٢٨ر٤	٨٠٦ر٤	٩٦١ر٨	٥٥٤ر٤				٢٧٥١ر٠
	فول صويا					٦٦١ر٧	١٠٨٦ر٨	١٠٢٤ر٠	٢٠٢ر٩					٢٩٧٥ر٤
	قصب سكر	٣٥٢ر٨	٤١٥ر٨	٥٧٥ر٤	١٠١٦ر٢	١١٠٠ر٤	١٢٧٦ر٨	١٢٤٣ر٢	١٠٥٠ر٠	٨٤٤ر٢	٥٨٣ر٨	٣٩٠ر٦	٢٦٠ر٤	٩١٠٩ر٦
	سمسم					٣٤٥ر٠	٥٩٨ر٠	٦٣٢ر٥	٥٩٨ر٠	٤١٩ر٨				٢٥٩٣ر٣
	فول سودانى					٥٧٥ر٠	٦٦٧	١٣٨٠	١٦١٠ر٠					٤٢٣٢ر٠
	بصل صيفى													
	خضراوات صيفية		١٦ر٨	٩٢ر٤	١٤٢ر٨	٢٦٠ر٤	٦٩٧ر٢	٤٣٢ر٦	٢٠١ر٦	١٨٤ر٨	١٩٧ر٤	١١٧ر٦		٢٣٤٣ر٦
	نباتات أخرى صيفية					٢١٤ر٢	٥٩٦ر٤	٦٤٦ر٨	٦٣٨ر٤	٥٢٩ر٢				٢٦٢٥ر٠
نيلى	ذرة نيلى													
	ذرة رفيعة نيلى													
	خضروات نيلية													
مستديم	حدائق	٢١٤ر٢	٢٦٤ر٦	٣٥٢ر٨	٥٨٨ر٠	٥٨٨ر٠	٦٦٧ر٨	٦٦٧ر٨	٦٣٨ر٤	٥٣٢ر٤	٤٢٤ر٢	٢٦٤ر٦	٢١٤ر٢	٥٤١٨ر٠

١. هذه الأرقام تمثل الإستهلاك المائى

٢. لحساب ا| لإحتياج الحقلى يضاف الى هذه الأرقام فواقد النقل الحقلى ثم فواقد الحقل

٣. لحساب الإحتياجات عند فم الرياحات يضاف الى ماسبق الفواقد على مستوى شبكات الترع المختلفة

جدول رقم (٣-٣) الاستهلاك المائى الشهرى للمحاصيل الرئيسية (م٣/فدان)

منطقة : مصر الوسطى

الموسم	المحصول/شهر	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	إجمالى
	قمح	٢٦٥ر٤	٣٢٨ر٠	٥٥٧ر٢	٤٥٨ر١							٤٧ر٥	٢٤٢ر٢	١٩٦٩ر٤
	فول	٢٧٢ر٢	٣٠٢ر٤	٥٠٠ر٢	١٠١ر٦							١٤٣ر٨	٢٤٨ر٦	١٥٦٨ر٨
	شعير		٤٩٥ر٠	٣٢٥ر٠								٤٨٠	٥٠٠ر٠	١٨٠٠ر٠-
	حلبة	٢٣٠	٢٦٥ر٠	٣٠٠ر٠									٢٨٥ر٠	١٠٨٠ر٠-
	ترمس	٢٢٠	٢٧٠ر٠٢	٣٠٠ر٠-									٢٩٠ر٠	١٠٨٠ر٠-
	حمص	٢٣٠ر٠	٢٦٥ر٠	٣١٠ر٠									٣٠٠ر٠	١١٠٥ر٠
	عدس	٣٥٧ر٠	٣٥٧ر٠	١٥١ر٢							٥٨ر٨	٢٠١ر٦	٣٧٨ر٠	١٥٠٣ر٦
	برسيم تحريش	٢٤٧ر٨	٣٥٢ر٨									٢٣٥ر٢	٢٥٦ر٢	١٠٩٢ر٠
	برسيم مستديم	٢٤٧ر٨	٣٥٢ر٨	٥٤١ر٨	٦٦٣ر٦	٥٥٠ر٢						٢٣٤ر٠	٢٥٢ر٠	٢٨٤٢ر٢
	كتان	٣٩٩ر٠	٤٢٠ر٠	٢٧٢ر٠								١٤٧ر٠	٢٧٣ر٠	١٥١٢ر٠
	بصل شتوى	٣١٥	٣٧٣ر٨	٤٦٦ر٢	٣٧٨ر٠								١٨٩ر٠	١٧٢٢ر٠
	توم شتوى	١١٧ر٦	٦٧ر٢	٧١ر٤	٥٨ر٨				٢٩ر٤	٢١٠	٣٩٤ر٨	٣٨٣ر٨	٢٨٥ر٦	١٦٠٨ر٦
	خضروات شتوية	١١٧ر٧	٦٧ر٢	٧١ر٤	٥٨ر٨				٢٩ر٤	٢١٠	٣٩٤ر٨	٢٧٣ر٨	٢٨٥ر٦	١٦٠٨ر٦
	نباتات أخرى شتوية	٤٢٠ر٠	٣٩٩	٢٧٣ر٠									١٢٦ر٠	١٢١٨ر٠

تابع جدول رقم (٣-٢) الاستهلاك المائى الشهرى للمحاصيل الرئيسية (م٣/فدان)

منطقة : مصر الوسطى

الموسم	المحصول/شهر	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	إجمالى
صيفى	قطن			١٢٧ر٧	٣٩٠ر٦	٦٦٤ر٠	٨٠٦ر٤	٩١٥ر٢	٤٢٩ر٧	٢٠٧ر٩				٣٥٤١ر٥
	أرز					٢١ر٠	١٣٠ر٢	١٢٨٩ر٤	١٤٥٧ر٤	١٤٢٣ر٨	٣٦٩ر٦			٤٦٩١ر٤٠
	أذرة صيفى					٣٠٥ر٨	٦٣٨ر٤	٦٤٠ر٨	٦٨٠ر٤	١٤٧ر٠				٢٤١٢ر٤٠
	أذرة رفيعة صيفى					١٩٤ر٢	٦٢٠ر١	٠٩٣ر٠	٦٦٠ر٨	١٤٠ر٠				٢٠٤٥ر٢٠
	فول صويا					٥٧٥ر٤	٩٤٥ر٠	٨٩٠ر٤	١٧٦ر٤					٢٠٨٧ر٢٠
	قصب سكر	١٩٥ر٢	٢٩٤ر٠	٤٢٨ر٤	٥١٦ر٦	٧١٦ر١	٧٦٨ر٦	٨٥٩ر٢	٩٥٠ر٥	٨٩٤ر٦	٦٩٠ر١	٥٤١ر٨	٣١٢ر٥	٧١٦٧ر٨٠
	سمسم					٣٠٠ر٠	٥٢٠ر٠	٥٥٠ر٠	٥٢٠ر٠	٣٦٥ر٠				٢٢٥٥ر٠٠
	فول سودانى					٥٠٠ر٠	٥٨٠ر٠	١٢٠٠ر٠	١٤٠٠ر٠					٣٦٨٠ر٠٠
	بصل صيفى													
	خضروات صيفية		١٦ر٨	٩٢ر٤	١٤٢ر٨	٢٦٠ر٤	٦٩٧ر٢	٤٣٢ر	٢٠١ر٦	١٨٤ر٨	١٩٧ر٤	١١٧ر٦		٢٣٤٣ر٦٠
	نباتات أخرى صيفية							١٤٧ر٠	٥٢٠ر٨	٦٠٩ر٠	٥٣٧ر٦	٤٧٤ر٦	١١٣ر٤	٢٤٠٢ر٤٠
نيلى	أذرة نيلى						٢١ر٠	٢٥٢	٦٦٣ر٦	٧٥١ر٨	٥٢٩ر٢	١١٣ر٤		٢٣١٠ر٠
	أذرة رفيعة نيلى							٢٤١ر٣	٦٥٠ر٢	٧٤٠ر٠	٥١٥ر١	١١٠ر٢		٢٢٥٦ر٨
	خضروات نيلية					٢١	١٠٠ر٨	٢٦٠ر٤	٤٠٣ر٢	٣٤٤ر٤	٢٧٧ر٢	١٧٩ر٤		١٦٠٤ر٤
مستديم	حدائق						٥٢٠ر٨	٦٠٠ر٦	٦٨٠ر٤	٦٥٩ر٤	٤٥٣ر٦			٤١٤١ر٠٠

١. هذه الأرقام تمثل الإستهلاك المائى
٢. لحساب ا | لإحتياج الحقلى يضاف الى هذه الأرقام فواقد النقل الحقلى ثم فواقد الحقل
٣. لحساب الإحتياجات عند فم الرياحات يضاف الى ماسبق الفواقد على مستوى شبكات الترع المختلفة

جدول رقم (٣-٤) الاستهلاك المائى الشهرى للمحاصيل الرئيسية (م٣/فدان)

منطقة : الوجه البحرى

الموسم	المحصول/شهر	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	إجمالى
شتوى	قمح	١٧٦ر٤	٢٣١ر٠	٤٠٣ر٢	٤٤١ر٠	١٤٢ر٨						٢٩ر٤	١٨٤ر٨	١٦٠٨ر٦
	فول	٢٠٥ر٨	٢٨٩ر٧	٣٧٨ر٠	١٨٠ر٠							٥٤ر٦	١٧٢ر٣	١٢٨١ر٠
	شعير		٣٣٥ر٠	٢٧٣ر٠								٣٩٠	٤١٠ر٠	١٤٠٨٠ر٠
	حلبة	٢١٢ر٠	٢٤٥	٢٨٤ر٠									٢٥٩ر٠	١٠٠٠ر٠
	ترمس	٢١٠ر٠	٢٣٠ر٠	٢٨٠ر٠									٢٦٠ر٠	٩٨٠ر٠-
	حمص	٢١٢ر٠	٢٤٠ر٠	٢٩٠ر٠									٢٧٠ر٠	١٠١٢ر٠
	عدس	١٨٩ر٠	٣٥٧ر٠	١٥١ر٢							٥٨ر٨	٢٠١ر٦	٢٧٨ر٠	١٢٣٥ر٦
	برسيم تحريش	٢٢٢ر٦	٢٦٤ر٦									١٨٠ر٦	١٢٠ر٠	٨٧٧ر٨
	برسيم مستديم	٢٢٢ر٦	٢٦٤ر٦	٣٩٤ر٨	٥٩٦ر٦	٤٩١ر٤						١٨٤ر٨	٢١٠ر٠	٢٢٦٤ر٨
	كتان	٣٥٧٠	٣٧٨	١٤٧ر٠							٢٨٥ر٦	١٨٩ر٠	٢٢٦ر٠	١٤٠٧ر٠
	بصل شتوى	٣٢٣ر٤	٣١٩ر٢	٤٤٥ر٠	٣٢٣ر٤						٢٨٥ر٦		٢١٨ر٤	١٦٢٩ر٤
	توم	٢١٨ر٤	١٢١ر٨	٦٧ر٢	٥٤ر٦					٨٤	٢٨٥ر٦	٢٢٦ر٨	٣٠٢ر٤	١٣٦٠ر٨
	خضروات شتوية	٢١٨ر٤	١٢١ر٨	٦٧ر٢	٥٤ر٦					٨٤	٢٨٥ر٦	٢٢٦ر٨	٣٠٢ر٤	١٣٦٠ر٨
	نباتات أخرى شتوية	٣٣٦ر٠	٣٧٨ر٠	٢١٠									١٨٩	١١١٣

تابع جدول رقم (٣-٤) الاستهلاك المائى الشهرى للمحاصيل الرئيسية (م٣/فدان)

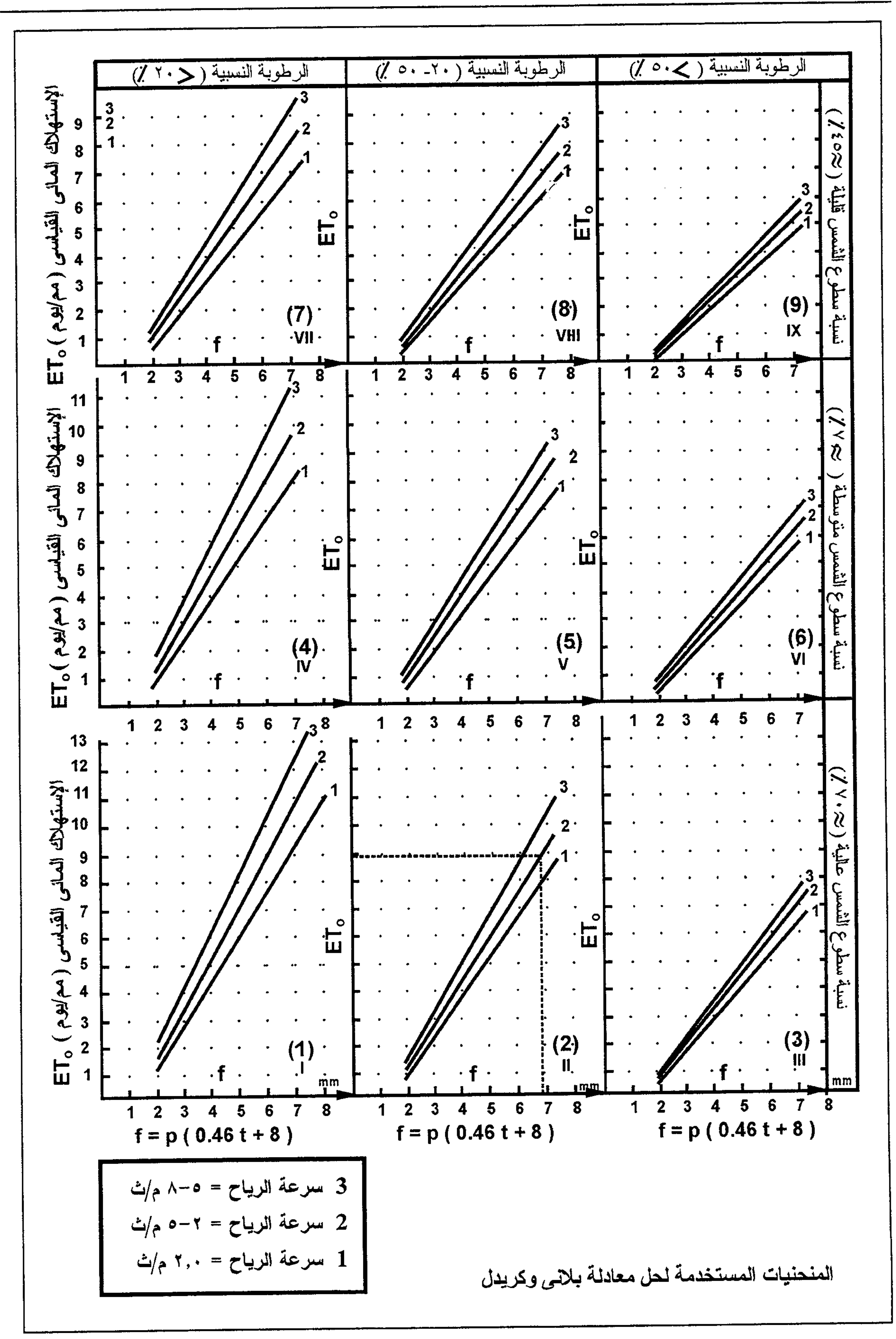
منطقة : الوجه البحرى

الموسم	المحصول/شهر	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	إجمالى
صيفى	قطن			١١٣ر٤	٢٣١	٥١٦ر٦	٦٤٦ر٨	٧٤٣ر٤	٣٨٦ر٤	١٨٠ر٦				٢٨١٨ر٢
	أذرة					٢١ر٠	١٣٠ر٢	١٢٨٩ر٢	١٤٥٧ر٤	١٤٢٣٨ر٨	٣٦٩ر٦			٤٦٩١ر٢
	أذرة صيفى					٢٠١ر٢	٥٥٨ر٦	٨٤٣ر٤	٦٩٣ر٤	١٣٣ر٦				٢٤٣٠ر٢
	أذرة رفيعة صيفى					١٩١ر٢	٥١٠ر٣	٨٣٠ر٠	٦٨١ر٥	١٢٥ر٠				٢٣٣٨ر٠
	فول صويا					٤٦٦ر٢	٨١٩ر٠	٥٨٣ر٨	١٥١ر٢					٢٠٢٠ر٢
	قصب سكر													
	سمسم					٢٦١ر٧	٤٢٨ر٤	٥٠٧ر٨	٥٠٤	٣٤٥ر٧				٢٠٤٧ر٦
	فول سودانى					٤٨٠ر٠	٥٦٥ر٠	١٠٦٦ر٠	١٢٤٨ر٠					٣٣٥٩ر٠
	بصل صيفى													
	خضروات صيفية			٦٤ر٢	٢٦٨ر٨	٣٤٨ر٦	٤٠٣ر٢	٢٩٤ر٠	١٧٦ر٤	١٨٩ر٠	١١٧ر٦	٧١ر٤		١٩١٥ر٠
	نباتات أخرى صيفية					١٣٨ر٦	٤٨٣ر٠	٥٣٨ر٦	٤٢٨ر٤	٤١١ر٦	٧١ر٤			٢٠٧٠ر٦
نيلى	ذرة نيلى							٢٤٧ر٨	٦٨٨ر٨	٧٣٩ر٢	٤٦٦ر٢	١٠٩ر٢		٢٢٥١ر٢
	ذرة رفيعة نيلى							٢٣٠ر٢	٦٧٠ر٥	٧٢٥ر١	٤٥٢ر٣	١٠٠ر٥		٢١٧٨ر٦
	خضروات نيلية							٢٧ر٨	٢١٨ر٤	٤٢٠ر٠	٣٩٠ر٦	٢٨٩ر٨	١٨٤ر٨	١٥٤١ر٤
مستديم	حدائق			٣٣٣ر٢	٤٣٦ر٨	٤٥٣ر٦	٥٠٨ر٢	٥٧٩ر٦	٦٤٦ر٨	٦٣٠ر٦	٤٣٦ر٨			٢٥ر٦

١- هذه الأرقام تمثل الإستهلاك المائى

٢- لحساب ا لإحتياج الحقلى يضاف الى هذه الأرقام فواقد النقل الحقلى ثم فواقد الحقل

٣- لحساب الإحتياجات عند فم الرياحات يضاف الى ماسبق الفواقد على مستوى شبكات الترع المختلفة


الرطوبة النسبية (> ٢٠ ٪)
الرطوبة النسبية (٢٠- ٥٠ ٪)
الرطوبة النسبية (< ٥٠ ٪)
نسبة سطوع الشمس قليلة (≈ ٤٥٪)
نسبة سطوع الشمس متوسطة (≈ ٧٪)
نسبة سطوع الشمس عالية (≈ ٧٠٪)
ET0 (مم/يوم) الإستهلاك المائى القياسى
ET0
f = p (0.46 t + 8)
3 سرعة الرياح = ٥-٨ م/ث
2 سرعة الرياح = ٢-٥ م/ث
1 سرعة الرياح = ٢,٠ م/ث
المنحنيات المستخدمة لحل معادلة بلانى وكريدل

شكل رقم (٣-٣)

جدول رقم (٣-٥) المتوسط اليومى لنسبة عدد ساعات النهار سنويا لشهر معين (المعاملP)

خط عرض	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	إغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
٣٥ شمال	٠ر٢٣	٠ر٢٥	٠ر٢٧	٠ر٢٩	٠ر٣١	٠ر٣٢	٠ر٣٢	٠ر٣٠	٠ر٢٨	٠ر٢٥	٠ر٢٣	٠ر٢٢
٣٠ شمال	٠ر٢٤	٠ر٢٥	٠ر٢٧	٠ر٢٩	٠ر٣١	٠ر٣٢	٠ر٣١	٠ر٣٠	٠ر٢٨	٠ر٢٦	٠ر٢٤	٠ر٢٣
٢٥ شمال	٠ر٢٤	٠ر٢٦	٠ر٢٧	٠ر٢٩	٠ر٣٠	٠ر٣١	٠ر٣١	٠ر٢٩	٠ر٢٨	٠ر٢٦	٠ر٢٥	٠ر٢٤
٢٠ شمال	٠ر٢٥	٠ر٢٦	٠ر٢٧	٠ر٢٨	٠ر٢٩	٠ر٣٠	٠ر٣٠	٠ر٢٩	٠ر٢٨	٠ر٢٦	٠ر٢٥	٠ر٢٥

*جدول رقم (٣-٦) يوضح متوسط درجات الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح فى المناطق الثلاث

سرعة الرياح متر/ث درجات الحرارة (سنتجراد)

		يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
بحرى	درجات الحرارة	١٢ر٣٧	١٢ر٩٧	١٥ر٣٣	١٨ر٥	٢٢ر٤	٢٥ر٤٣	٢٦ر٤٣	٢٦ر٢٧	٢٤ر٦٣	٢٢ر٢٣	١٨ر٩٣	١٤ر٦٠
	الرطوبة % النسبية	٧٥ر٣٣	٧١ر٦٧	٦٩ر٠٠	٦٢ر٠٠	٥٧ر٣٣	٦٠ر٣٣	٦٧ر٦٧	٦٩ر٦٦	٦٩ر٦٧	٦٩ر٦٧	٧٣ر٣٣	٧٤ر٦٧
	سرعة الرياح	١ر٥٤	١ر٧٨	١ر٧٩	١ر٦٩	١ر٥٩	١ر٥٠	١ر٢٦	١ر١	١ر٠٨	١ر١١	١ر٢٦	١ر٤٦
مصر الوسطى	درجات الحرارة	١٢ر٣	١٣ر٧٨	١٦ر٧٣	٢٠ر٩٣	٢٤ر٨٥	٢٧ر٠٥	٢٧ر٧٥	٢٧ر٦	٢٥ر٥٠	٢٣ر١٥	١٨ر٦٣	١٤ر٢٣
	الرطوبة % النسبية	٦٤ر٧٥	٥٩ر٥	٥٢ر٧٥	٤٥ر٥	٤١ر٢٥	٤٥ر٥	٥١ر٧٥	٥٦ر٢٥	٥٩ر٥	٦٠ر٢٥	٦٥ر٠٠	٦٧ر٥
	سرعة الرياح	١ر٣٦	١ر٤٤	١ر٦٥	١ر٨٥	٢ر١٢	٢ر٠٩	١ر٨٥	١ر٤٤	١ر٧٧	١ر٦٥	١ر٣٢	١ر٣١
مصر العليا	درجات الحرارة	١٤ر٣٣	١٦ر٤	١٩ر٤	٢٤ر٣	٢٨ر٢٣	٣٠ر٢٣	٣٠ر٢٧	٣٠ر٦٧	٢٨ر٣	٢٥ر٥٣	٢٠ر٦٧	١٦ر١٧
	الرطوبة % النسبية	٥١ر٣٣	٤٤ر٣٣	٣٥ر٣٣	٢٧ر٣٣	٢٤ر٣٣	٢٧ر٦٧	٣٤ر٣٣	٣٥ر٦٧	٣٩ر٦٧	٤٥ر٦٧	٤٩ر٦٧	٥٣ر٦٧
	سرعة الرياح	١ر٦٨	٢ر١٩	٢ر٠٥	٢ر٠٤	٢ر٢	٢ر٢٩	١ر٩٢	١ر٩٢	٢ر٢	١ر٧٠	١ر٦٦	١ر٥٢

*تقرير رقم ١٧ مشروع الخطة المتكاملة

Table (3-7)
Monthly Consumptive Use Coefficients for Blaney – Criddle Formula

Crop	K_c Coef.												Seasonal Coef. K_c
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Cotton	-	-	0.26	0.39	0.66	1.07	1.03	0.56	0.51	-	-	-	0.705
Corn	-	-	-	0.36	0.71	1.06	0.87	0.60	-	-	-	-	0.791
Wheat	0.49	0.59	0.66	0.49	0.31	-	-	-	-	-	0.46	0.47	0.512
Berseem	0.31	0.42	0.72	0.82	0.64	0..25	-	-	-	0.31	0.37	0.62	0.561
Cit. Orch	0.35	0.51	0.55	0.57	0.60	0.64	0.70	0.64	0.56	0.56	0.42	0.32	0.537

Table (3-8)*

Reference rop evapotranspi ration (Eto) for Different Regions of Egypt as Calculated by Modified Penman (mm / day)

	Region	Jan.	Feb,	Mar.	April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
LOWER EGYPT	El-Mansora	2.25	3.37	4.45	5.85	7.06	7.69	7.00	6.13	5.33	4.28	2.99	2.55
	Sakha	2.04	2.57	3.78	5.00	6.31	6.90	6.50	5.97	5.09	3.81	2.63	1.86
	Gimmeza	1.75	2.48	3.46	5.04	6.77	7.05	6.83	5.76	4.81	3.95	2.51	1.48
	Average	2.01	2.81	3.90	5.30	6.71	7.21	6.78	5.95	5.08	4.01	2.71	1.96
MIDDLE EGYPT	Giza	2.33	3.16	4.63	6.08	7.49	8.48	7.87	6.89	5.92	4.68	2.88	2.32
	Beni-Suef	2.55	3.42	4.76	6.69	7.49	8.16	7.84	7.21	6.89	5.36	3.48	5.52
	El-Menya	2.42	3.20	4.58	6.19	7.19	7.90	7.68	7.09	5.97	4.79	3.22	2.32
	Mellawi	2.50	3.31	4.81	6.78	9.03	8.74	7.19	6.47	6.24	4.81	3.03	2.24
	Avarage	2.45	3.27	4.69	6.43	7.80	8.32	7.64	6.91	6.25	4.81	3.15	2.35
UPPER	Assuit	3.51	4.75	6.49	8.40	10.12	11.00	9.90	8.54	8.67	6.39	4.74	3.37
	Shandaweel	3.24	٥,٦٥	5.89	7.63	9.14	9.62	8.56	8.23	7.45	5.04	3.89	3.16
	Kom-Ombo	3.72	4.93	6.56	7.65	8.31	9.14	8.72	8.63	7.70	6.33	4.77	5.77
	Average	3.49	5.11	6.31	7.89	9.19	9.92	9.06	8.80	7.94	5.92	4.47	3.43

*تقرير رقم ١٧ مشروع الخطة المتكاملة

Table (3-9)*
Regional K_c Values (Computed according to Modified Penman

Crop	Zone	Jan.	Feb.	Mar.	April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Seasonal
Cotton	LOWER			0.46	0.35	0.59	0.71	0.84	0.50	0.34				0.54
	MIDDLE			0.41	0.48	0.65	0.78	0.92	0.48	0.40				0.59
	UPPER			0.52	0.53	0.52	0.67	0.83	0.43					0.58
Summer Corn	LOWER					0.48	0.61	0.96	0.90	0.52				0.75
	MIDDLE					0.41	0.61	0.95	0.76	0.46				0.70
	UPPER					0.42	0.55	0.85	0.64	0.34				0.62
Nili Corn	LOWER							0.58	0.98	1.16	0.89	0.80		0.90
	MIDDLE							0.53	0.74	0.96	0.85	0.72		0.78
	UPPER							0.46	0.62	0.81	0.74	0.50		0.67
Sorghum	UPPER						0.51	0.68	0.84	0.55				0.65
Wheat	LOWER	0.70	0.70	0.80	0.66	0.42						0.48	0.72	0.64
	MIDDLE	0.83	0.85	0.91	0.60	0.43						0.51	0.79	0.70
	UPPER	0.70	0.71	0.70	0.49							0.49	0.65	0.62
Clover	LOWER	0.85	0.80	0.78	0.89	0.56						0.54	0.82	0.74
	MIDDLE	0.77	0.91	0.89	0.82	0.54						0.59	0.85	0.76
	UPPER	0.61	0.70	0.76	0.71	0.49						0.43	0.61	0.61
Horse Beans	LOWER	0.78	0.88	0.75	0.41							0.47	0.67	0.66
	MIDDLE	0.85	0.79	0.82	0.38							0.54	0.81	0.69
	UPPER	0.68	0.75	0.63								0.43	0.68	0.63
Sugar Cane	MIDDLE	0.61	0.76	0.70	0.64	0.71	0.73	0.86	1.06	1.14	1.10	1.36	1.02	0.87
	UPPER	0.57	0.59	0.51	0.58	0.85	0.88	1.08	1.09	1.05	0.10	1.03	0.87	0.87

*تقرير رقم ١٧ مشروع الخطة المتكاملة

ب - معادلة بنمان المعدلة :

$$ETo = c\,[W.Rn + (1-W).\,f(u).(ea-ed)]$$

Radiation term — aerodynamic term

where: ETo = reference crop evapotranspiration in mm/day
W = temperature – related weighting factor
Rn = net radiation in equivalent evaporation in mm/day
f(u) = wind – related function.
(ea-ed) = difference between the saturation vapour pressure at mean air temperature and the mean actual vapour pressure of the air, both in mbar.
c = adjustment factor to compensate for the effect of day and night weather conditions.

الجدول رقم (٣-٨) يبين ETo لمواقع مختلفة فى مناطق مصر الثلاث والكشف رقم (٣-٩) يوضح Kc للمحاصيل الرئيسية فى تلك المناطق شهريا وهى الأرقام المستخدمة فى تطبيق هذه المعادلة لحساب الأستهلاك المائى.

مثال : إحسب الإستهلاك المائى لمحصول القطن فى الوجه البحرى خلال شهر يونيو.

من الجدول (٣-٨) فإن ETo = 7.21 ومن الكشف (٣-٩) فإن Kc = 0.71

∴ الإستهلاك المائى اليومى خلال يونيو Etc = 0.71 × 7.21 = 5.12 mms

∴ الاستهلاك المائى خلال الشهر

$$= \frac{5.12}{1000} \times 30 \times 4200 \quad = 654\ m^3/fed/month$$

ج - معادلة الوعاء القياسى للتبخر :

حيث :

$$ETo = K_p\ .\ E_{pan} \qquad (3-5)$$

E_{pan} = التبخر من سطح المياه بالوعاء القياسى بالمليمتر فى اليوم. ويمثل قيمة متوسطة المقاس بها .

K_p = معامل خاص بنوع الوعاء القياسى والأوعية القياسية لها أنواع متعددة وأكثرها شيوعا وإنتشارا وأيضا - أوصت التجارب بإستخدامه فى مصر - الوعاء Class A

ويستخدم الجدول رقم (٣-١٠) لتحديد قيمة معامل الوعاء القياسى Class A

جدول (٣-١٠)
قيم معامل الوعاء القياسى (K_p) للوعاء Class A pan وذلك تبعا لغطاء خضرى مختلف كذا رطوبة نسبية مختلفة ورياح لمدة ٢٤ ساعة

وعاء Class A -pan	وعاء قياس AS موضوع فى أرض مزروعة بنبات قصير أخضر				وعاء قياس AS موضوع فى أرض جافة خالية من الزراعة			
متوسط الرطوبة النسبية		<٤٠٪	٤٠-٧٠٪	>٧٠٪		<٤٠٪	٤٠-٧٠٪	>٧٠٪
سرعة الرياح بالكم/ اليوم	المسافة الخالية من الزراعة فى إتجاه الرياح (بالمتر)				المسافة الخالية من الزراعة فى إتجاه الرياح (بالمتر)			
رياح خفيفة < ١٧٥	١	٠,٥٥	٠,٦٥	٠,٧٥	١	٠,٧٠	٠,٨٠	٠,٥٨
	١٠	٠,٦٥	٠,٧٥	٠,٨٥	١٠	٠,٦٠	٠,٧٠	٠,٨٠
	١٠٠	٠,٧٠	٠,٨٠	٠,٨٥	١٠٠	٠,٥٥	٠,٦٥	٠,٧٥
	١٠٠٠	٠,٧٥	٠,٥٨	٠,٨٥	١٠٠٠	٠,٥٠	٠,٦٠	
رياح متوسطة ١٧٥-٤٢٥	١	٠,٥٠	٠,٦٠	٠,٦٥	١	٠,٦٥	٠,٧٥	٠,٨٠
	١٠	٠,٦٠	٠,٧٠	٠,٧٥	١٠	٠,٥٥	٠,٦٥	٠,٧٠
	١٠٠	٠,٦٥	٠,٧٥	٠,٨٠	١٠٠	٠,٥٠	٠,٦٠	٠,٦٥
	١٠٠٠	٠,٧٠	٠,٨٠	٠,٨٠	١٠٠٠	٠,٤٥	٠,٥٥	٠,٦٠
رياح قوية ٤٢٥-٧٠٠		٠,٤٥	٠,٥٠	٠,٦٠	١	٠,٦٠	٠,٦٥	٠,٧٠
		٠,٥٥	٠,٦٠	٠,٦٥	١٠	٠,٥٠	٠,٥٥	٠,٦٥
		٠,٦٠	٠,٦٥	٠,٧٠	١٠٠	٠,٤٥	٠,٥٠	٠,٦٠
		٠,٦٥	٠,٧٠	٠,٧٥	١٠٠٠	٠,٤٠	٠,٤٥	٠,٥٥
رياح قوية جداً < ٧٠٠	١	٠,٤٠	٠,٤٥	٠,٥٠	١	٠,٥٠	٠,٥٠	٠,٦٥
	١٠	٠,٤٥	٠,٥٥	٠,٦٠	١٠	٠,٤٥	٠,٤٥	٠,٥٥
	١٠٠	٠,٥٠	٠,٦٠	٠,٥٦	١٠٠	٠,٤٠	٠,٤٠	٠,٥٠
	١٠٠٠	٠,٥٥	٠,٦٠	٠,٥٦	١٠٠٠	٠,٣٥		٠,٤٥

٣-٢-٢-٣ حساب أقصى الاحتياجات

إستخدام الإستهلاك المائى الفعلى فى حساب الإحتياجات المائية التصميمة والفعلية لطرق الرى المختلفة :

من المعروف أنه لحساب المقننات المائية والتى يمكن أن يصمم نظام الرى على أساسها للوفاء بأقصى الإحتياجات يجب أن يؤخذ فى الإعتبار كل من القيم التالية :

١ - الاستهلاك الفعلى للمحاصيل .
٢ - الإحتياجات المائية الأخرى مثل :
أ - غسيل التربة فى حالة الإحتياج إليه .
ب - كفاءات الرى المختلفة (الفاقد فى المياه) .

وتستخدم معادلة الإتزان المائى داخل الحقل للحصول أولاً على إحتياجات الرى الفعلية وهى الفرق بين الفاقد والمكتسب من المياه على المستوى الحقلى :

$$I_n = ET_{aop} - (P_o + C_o + W_b) \qquad (3\text{-}6)$$

حيث :

I_n = الإحتياج المائى الفعلى .
ET_{aop} = الإستهلاك المائى الفعلى للمحاصيل .
P_o = عمق (سمك) سقوط الأمطار .
C_o = ما يمكن الإستفادة منه من المياه الأرضية .
W_b = المخزون من المياه فى منطقة جذور النبات والذى يمكن الإستفاده منه عند بداية الرى .

ويعبر عن جميع العوامل السابقة على أساس عمق المياه بالملليمتر وذلك إما على أساس موسمى أو شهرى أو كل عشرة أيام ويتوقف ذلك على مدى الدقة المطلوبة فى الحساب .
ولحساب الاحتياجات التصميمية تؤخذ العوامل السابق ذكرها من غسيل للتربة وفواقد مختلفة (كفاءات الرى) وذلك بإستخدام المعادلة :

$$V_1 = \frac{1}{Ep} \times \frac{A_\times I_n}{[1 - L_R]} \qquad (3\text{-}7)$$

حيث أن

E_p = كفاءة الرى الكلية للمشروع ويعبر عنه بنسبه فى المائه.
I_n = الإحتياج المائى الفعلى للمحاصيل معبرا عنه بالملليمتر / شهر.
L_R = إحتياج غسيل التربة معبرا عنه بنسبه مئويه
V_I = الإحتياج المائى الإجمالى فى الفترة الزمنية م٣.
A = المساحة

يلى ذلك حساب هذه المعادلة فى فترة شهر أقصى الإحتياجات أى تأخذ الفترة الزمنية لأقصى الإحتياجات وقيمها فى حل المعادلة فينتج أقصى الإحتياجات Vmax :
كما يضاف بعد ذلك معامل أمان كما جرت العادة فى تصميم جميع الأعمال الهندسية .
الإحتياج التصميمى لنظام الرى = Vmax + معامل أمان .

ملحوظه هامة : من المعتاد أن يكون توقيت غسيل التربة مختلف عن مده أقصى الإحتياجات وقد يؤخذ ذلك فى الإعتبار ولكن يمكن أيضاً أن تتم عمليات الغسيل فى مختلف مراحل النمو حيث يعتمد ذلك على نوعية مياه الغسيل ونوعية التربة .

وعلى ذلك يمكن تلخيص الحسابات الخاصة بتصميم طرق ونظم الرى فى النقاط الأربعة التالية :

١ - حساب الإستهلاك المائى الفعلى ET_{aop} وذلك عن طريق حساب الإستهلاك المائى المقارن ET_O ومعامل المحاصيل K_C كما سبق ذكره ثم يتم إستخدام قيمة ET_{aop} القصوى (أعلى شهر) .

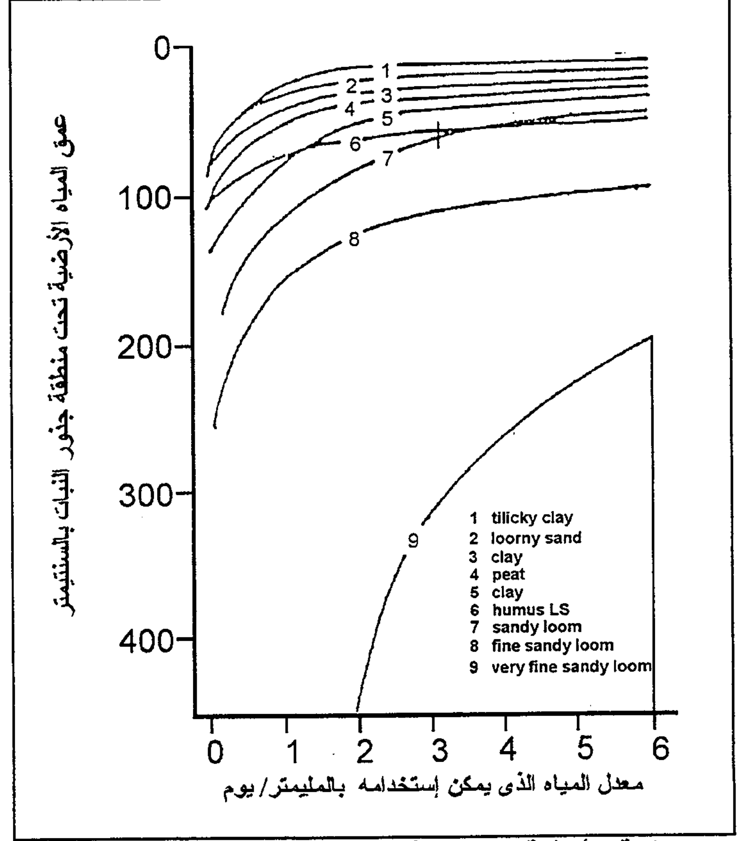
٢ - حساب إحتياجات الرى الفعلية I_n .

٣ - حساب الإحتياجات المائية الأخرى مثل غسيل التربة وكفاءات الرى حيث يؤخذ فى الإعتبار كفاءة الرى التطبيقية وكفاءات توصيل ونقل المياه مجتمعة وبذلك يمكن حساب V_I .

٤ - توخذ بيانات شهر أقصى الإحتياجات مما ينتج عنه V_{max} ويضاف بعد ذلك معامل الأمان.

ومن الجدير بالذكر أن عمق سقوط الأمطار لا يؤخذ فى الاعتبار فى معظم مناطق مصر ما عدا المناطق الساحلية وسيناء .

أما كمية المياه المستخدمة من المياه الأرضية فيمكن أن يستدل عليها من المنحنيات التالية والمنشورة عن طريق منظمة FAO الأغذية والزراعة العالمية وذلك حسب نوع التربة وعمق المياه تحت سطحها (شكل ٣ - ٤) .



شكل (٣-٤) منحنيات منظمة الأغذية والزراعة العالمية لحساب المياه المستخدمة من المياه الأرضية

أما حسابات المخزون فى التربة فى عمق جذور النبات فهو كمية متغيرة جدا تعتمد على ما إذا كانت الأرض متروكه (شراقى) أى الأرض فى حالة جفاف بدون رى قبل الزراعة أو يتم إعطاء ريه ما قبل الزراعة أو نزول أمطار مما قد يترك الأرض فى حالة السعة الحقلية ومما يساعد أيضا على غسيل التربة ومن المعروف أن المياه المخزونة لا يمكن للنبات أن يستخدمها بالكامل وإنما تكون كفاءة إســتخدامها ٦٠-٧٠ ٪ ويتوقف ذلك على العوامل الجوية ونوع التربة والوقت ما بين الريات ومن المعتاد أن يقدر المخزون بأخذ عينات من التربة وتحليلها لمعرفة المحتوى المائى .

إحتياجات غسيل التربة من الملوحة

وتحسب إحتياجات غسيل التربة كما يلى :-
تتأثر كمية المياه التى تحتاجها التربة فى الغسيل بالعوامل التالية:

أ - نوعية مياه الغسيل (الرى) .
ب - طرق الرى والعمليات الزراعية المختلفة .
ج - حالة التربة وكفاءة الصرف بها .
د - وجود أمطار من عدمه .

ومن المعتاد أن نسبة الملوحة تزداد فى التربة خلال فترة الموسم الزراعى وتعرف الإحتياجات المائية لغسل التربة على إنها أقل كمية مياه رى مطلوب توفيرها لتصرف من خلال منطقة عمق جذور النبات وذلك للتحكم فى الملوحة والحفاظ عليها فى مستوى محدد يرجى الرجوع الى بند ٤-٢-١-١ .

٣-٢-٢-٤ حساب كفاءات الرى

هناك تعريفات كثيره لأنواع مختلفة من كفاءات الرى ويؤخذ عادة فى الإعتبار لأغراض تصميم طرق ونظم الرى الكفاءات التالية والسابق تعريفها :

١- كفاءة التطبيق Ea
٢- كفاءة التوصيل Ed

على مستوى التوزيع الحقلى لطرق الرى .
وعلى مستوى التوزيع الكلى لنظم الرى .
وتعتمد قيمتها على إذا كانت الترع المستخدمة مبطنة أو مواسير من عدمه كذا نظام الرى بمناوبات أو لإطلاق مياه بصفة مستمرة – وأطوال الترع و قطاعاتها .

وتكون الكفاءة الكلية هى محصلة ضرب كفاءة التطبيق x كفاءة التوصيل (المستوى المطلوب) ويمكن أن تستخدم الأرقام فى الجدول التالى للإسترشاد.

قيم كفاءة التطبيق

نوع التربة	التربة الخفيفة	٠,٥٥
	تربة متوسطة	٠,٧٠
	تربة ثقيلة	٠,٦٠
طريقة الرى السطحى	الرى فى أحواض وشرائح مستوية	٠,٦٠ – ٠,٨٠
	الرى فى شرائح ذات ميول	٠,٦٠ – ٠,٧٥
	الرى فى المراوى الكنتورية	٠,٥٠ – ٠,٥٥
	الرى فى خطوط	٠,٧٠ – ٠,٥٥
	الرى فى الأرض المتعرجة	٠,٥٥٠ – ٠,٧٠
	الرى تحت السطحى	تصل حتى ٨٠ ٪
	الرى بالرش فى الأجواء الحارة	٠,٦٠
	المتوسطة	٠,٧٠
	الرطبة والباردة	٠,٨٠

٣-٢-٣ الأنواع المختلفة لطرق الرى الحقلى

٣-٢-٣-١ الرى السطحى

٣-٢-٣-١-١ مقدمة :

إرتبط ظهور الحضارات القديمة إرتباطاً وثيقاً بمنشأ وتقدم الرى .. كما أن معظم الحضارات إزدهرت حول مجارى الأنهار كما هو الحال فى مصر والعراق .. وتمتاز الزراعة بإمكانية التحكم فى عوامل الإنتاج بدرجة أكفأ مما هو مشاهد بالزراعة الجافة (Dry farming) فى الغالب لا يمكن الإعتماد على الأمطار فقط كمصدر للرى إذا ما أريد الحصول على أقصى ربحية ممكنة .. إذ عندما يتوافر نظام ثابت تحت هذه الظروف يسمح بالمحافظة على مستوى الرطوبة بالأرض عند حده الأمثل فأنه يمكن الحصول على أقصى قيمة من عوامل الإنتاج الأخرى ..

ولإختيار نظام الرى يجب أن يؤخذ فى الإعتبار مدى كفايته (Adequacy) وكفاءته (Effeciency) وتعتبر عملية الرى كافية عندما تحافظ على بقاء الماء متيسراً عند سطوح الإمتصاص بالجذور وإذا ما تحددت الكمية الواجب إضافتها فإن تحقيق كفاءة الرى يمكن الوصول إليه بتعديل الفقد فى مياه الجريان السطحى (Surface Runoff) وكذلك فى مياه التسرب الجوفى (Deep Percolation) أسفل منطقة الجذور وهناك طرق عديده للرى يمكن للمزارعين إختيار أى منها أو إحداث تحوير بها لتلائم بذلك ظروفهم الخاصة غير أن سوء إختيار أو تصميم النظام المقترح للرى يؤدى بلا شك إلى كفاءة منخفضة وسوء إستغلال لمياه الرى وعموماً فإن تصميم رى متكامل بالمزرعة لابد أن يكفل بكفاءة عالية ما يأتى :

١- أن تؤدى عملية الرى الحقلى إلى توزيع المياه توزيعاً منتظماً على كل جزء من أجزاء المساحة المطلوب ريها .
٢- توصيل المياه بكميات كافية لإحتياج النبات فى موسم أقصى الإحتياجات .
٣- تقليل الأنتفاش فى التربة بقدر الإمكان وعدم تكوين ملوحة أو قلوية أو سوء تهوية .

٤- تقليل الجريان السطحى لمياه الرى ما أمكن .
٥- تقليل العمالة اللازمة لعمليات الرى .
٦- تقليل المساحة اللازمة لإنشاء مساقى الرى ما أمكن .
٧- السماح بحرية الحركة للألات الزراعة أثناء إعداد الأرض للزراعة وكذلك أعمال الخدمة الزراعية .
٨- توزيع مياه الرى على الحقول حسب إحتياجها .
٩- إختيار الطريقة الملائمة للرى حسب المحصول وطبوغرافية الأرض وكميات المياه .
١٠- تنظيم وإحكام رقابة مياه الرى .

٣-٢-٣-١-٢ المعلومات اللازمة للتصميم

١) مصدر المياه : Water resources
يجب معرفة مواقع التغذية بالمياه ونوعية المياه وأقصى تصرف وكذلك مناسيبها ومناسيب المياه الأرضية ومتوسط سقوط الأمطار .

٢) المساحة الطبوغرافية
يجب عمل خرائط طبوغرافية موقعاً عليها المناسيب وذلك لإجراء أعمال التعديل والتسوية وهذه ضرورية ولازمه للرى السطحى أكثر من الرى بالرش .

٣) مباحث التربة : Soil Survey
يجب إجراء مباحث لمعرفة ملمس التربة (Soil Texture)
وبناء التربة (Soil Structure)
ودرجة النفاذية (Permeability)
ومنسوب المياه الأرضية (Water table)

٤) مصدر الطاقة : (Source of Power)
يجب معرفة مصدر الطاقة وموقعها ونوعيتها وكيفية الحصول عليها وأثمان الطاقة

٥) التركيب المحصولى وتسويق المحصولات :
Crop pattern and crop marketing
يجب معرفة التركيب المحصولى وأنواع المحصولات ومساحة كل مزرعة وحدودها وطرق تسويق المحصولات .

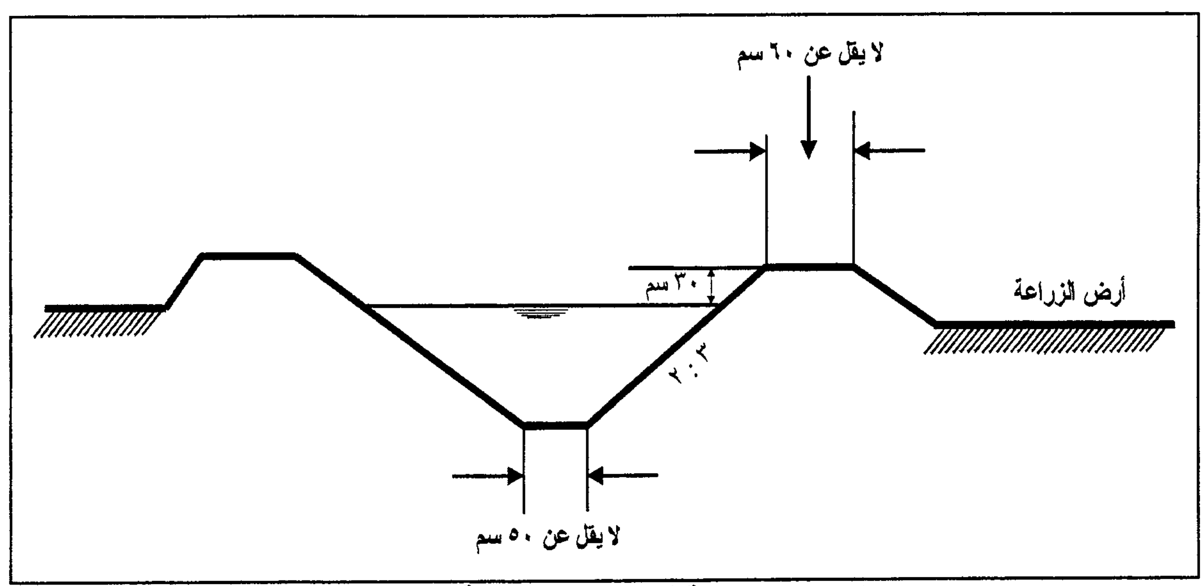
٦) مصدر العمالة :
يجب الإلمام بمصدر الحصول على العمالة اللازمة للعمليات الزراعية وأجورهم ودرجة مهاراتهم .

٣-٢-٣-١-٣ طرق توصيل مياه الرى بالحقل

توجد ثلاث طرق رئيسية لتوصيل المياه للمزرعة وهى :

١- نظام قنوات الرى المفتوحة :

- أ - هذا النظام أكثر شيوعاً وتتغذى قناة الرى من فتحة من الترعة العمومية (Turn out) وهى عادة تكون ماسورة وقد حددت وزارة الموارد المائية والرى أقطار المواسير والزمام المنتفع عليها (بند ١-١-٢).
- ب - تنشأ القنوات (المساقى الخاصة) بسعة تكفى لمرور التصرف بها و جسور أعلى من مستوى أرض الزراعة وميول جانبيه مناسبة ويوضح الشكل رقم (٣-٥) القطاع العرضى لمسقة خصوصية.



شكل (٣ - ٥) (قطاع عرضى لمسقة خصوصيه)

- ج - تصمم وتنفذ هذه المساقى لتحمل مياه الرى دون حدوث إنجراف ويكون إنحدارها غالبا قليلا لا يزيد عن ٠,١٪ فإذا زادت عن ذلك فإن السرعة تجعلها عرضه للنحر أو التهايل وهنا تستخدم بعض الأعمال الإنشائية مثل المساقط (Drops) إذا زاد الإنحدار عن ٠,٢٥٪
- د - يستحسن تبطين القنوات الرملية بالخرسانة لتقليل الفاقد (سمك لا يقل عن ٥ سم) .
- هـ - عادة تقام على القناة الرئيسية أعمال هندسية لتقسيم المياه بين المنتفعين مثل (Division Boxes) لتقسيم المياه بين فرعين أو أكثر .
- و - لقياس كميات المياه المضافة للأرض عادة تزود هذه المراوى بأجهزة قياس التصرف مثل (Weirs or Flumes) .
- ل - للتحكم فى منسوب الماء بالمروى يقام Ditch Check الذى يمكن عمله من الخشب أو الألواح المعدنية .

٢) نظام خطوط المواسير ذات الضغط المنخفض

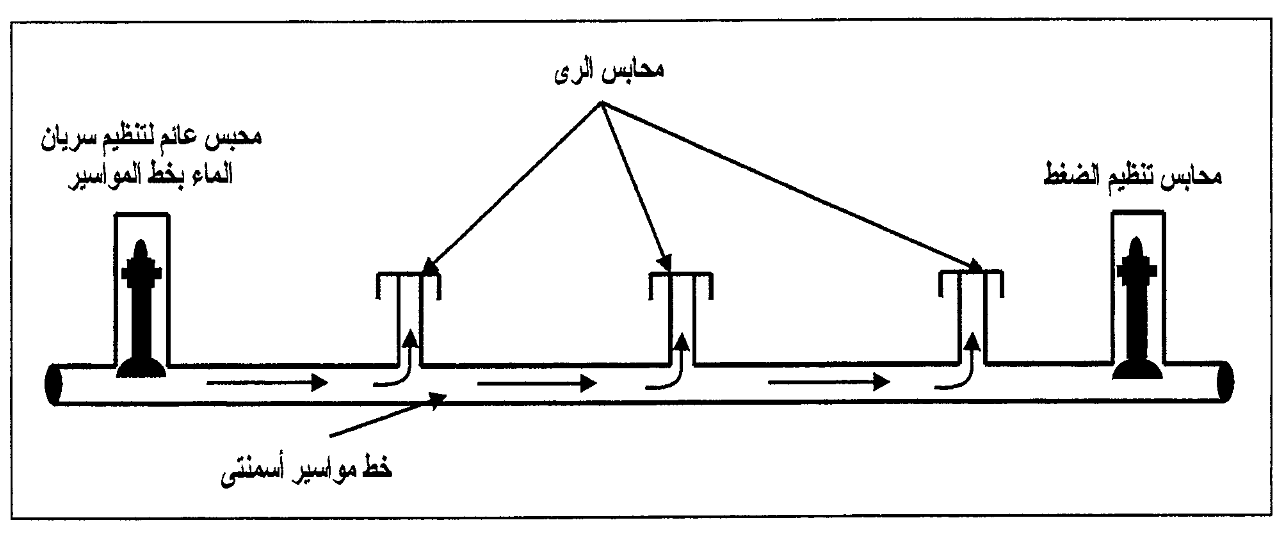
Lower Pressure pipeline system

- أ - هذه الطريقه ذات كفاءة عالية حيث ينعدم الفقد بالرشح والبخر وتقل تكاليف الصيانه وتزداد السيطرة على مياه الرى .
- ب - يكون الضغط الداخلى حوالى ٨,٥ رطل / بوصه المربعة (٠,٦ كجم / سم ٢) .

ج - تنشأ قناة رى رئيسية بالمزرعة بحيث يكون مسارها بأعلى كنتور ثم يؤخذ منها مواسير متنقلة معدنية خفيفة او pvc وذات بوابات لتوزيع المياه بالحقل .

د - توزيع الميـــاه من المواســـير المدفونه بواسطة "Risers" مركب عليها محابس (Alfalfa Valves) والمواسير المتنقلة فتزود ببوابات تتحكم فى التصرف .

هـ - تزود هذه المواسير فى مبدئها بأجهزة خاصة (flow meter) لقياس التصرف .



شكل (٣-٦)

٣) نظام خطوط المواسير ذات الضغط المرتفع High pressure pipe system

١- يشتمل هذا النظام على مجموعة من خطوط المواسـير المستديمة او المتنقلة أو تجمع كليهما وفى المساحات الصغيرة تكون المواسير الرئيسية متنقلة .

٢ - تكون المواسير المدفونه معدنية أو أسبتوس أو أسمنتية والمتنقلة من المعدن فقط .

٣ - تركب طلمبات متنقلة على قنوات الرى الرئيسية وتضخ المياه فى المواسير ومن ثم توزع بالرشاشات .

٤ - يلزمها ضغط ٢,٧ كجم / سم ٢ تقريبا.

٥ - عادة تزود خطوط المواسير الرئيسية عند اتصالها بالفرعيات (Laterals) بأجهزة لقياس الضغط وصمامات للتحكم فى الضغط الداخل فى حدود التصميم .

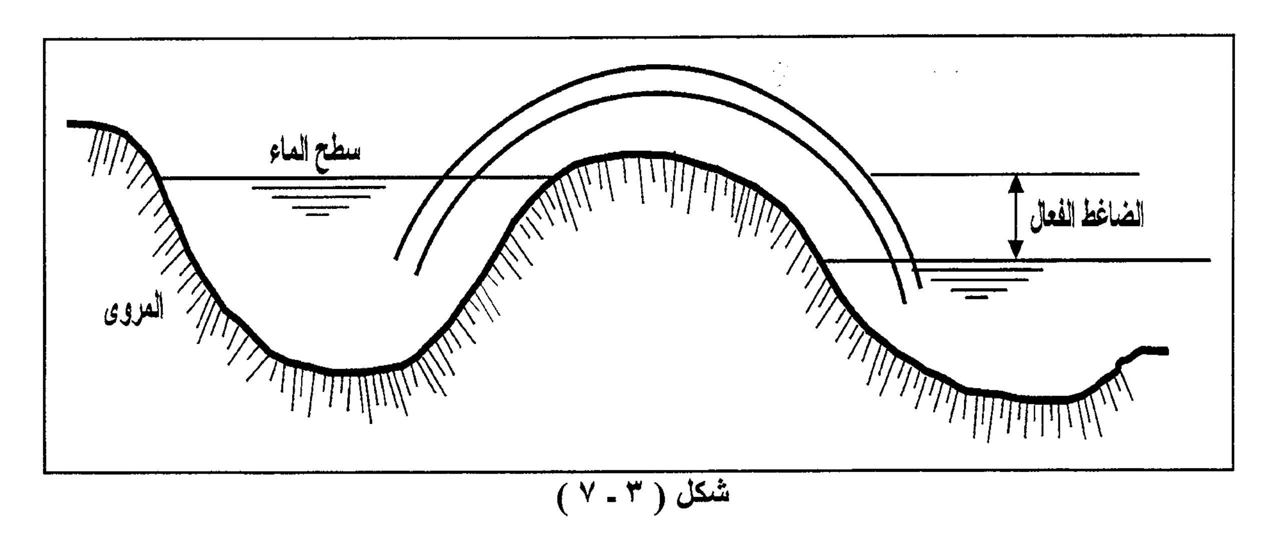
٣-٢-٣-١-٤ طرق توزيع مياه الرى بالمزرعة

Method for distributing irrigation water

١- السيفون : siphon types

عباره عن ماسورة من الألمونيوم أو البلاستيك بطول وإنحناء مناسب يسمح بنقل الماء من مسقة الحقل إلى خطوط الرى والشرائح وهى سهلة التشغيل أولا تملأ الماسورة بالماء ويقفل الطرف باليد ويوضع

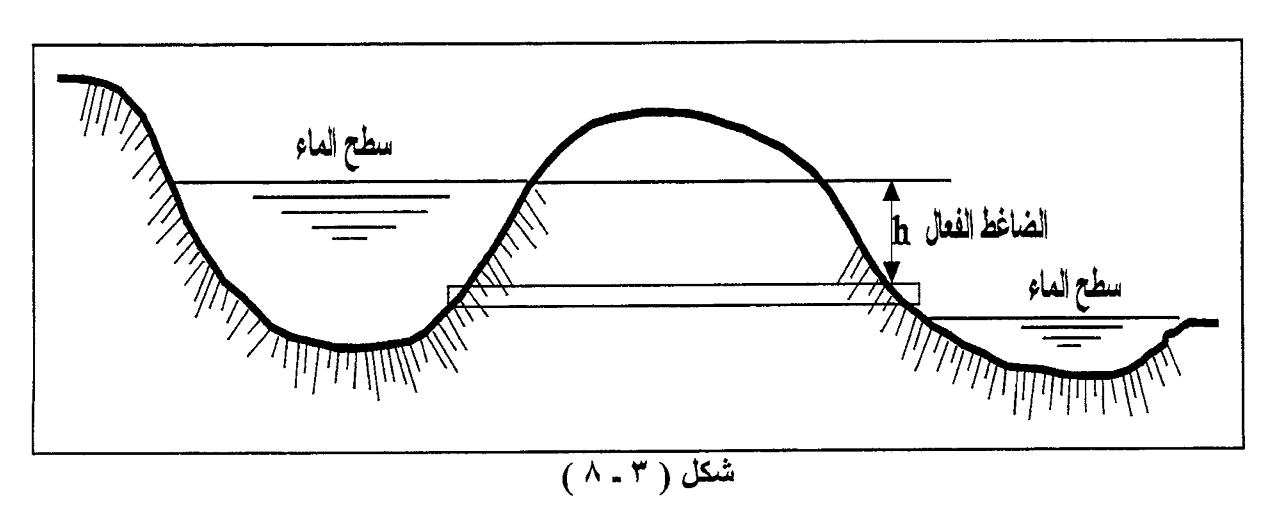
طرف فى المسقة والطرف الثانى فى الحقل وعندما يعبر هذا الطرف أقل من مستوى الماء بالمسقة ترفع اليد فيتدفق الماء من المسقة إلى الحقل بتأثير فرق الضاغط (Difference of head) ومن فوائد السيفون المحافظة على جسر المسقة من التهدم وعدالة توزيع مياه الرى للخطوط والشرائح .



شكل (٣ - ٧)

٢ - الأنابيب : Tubes

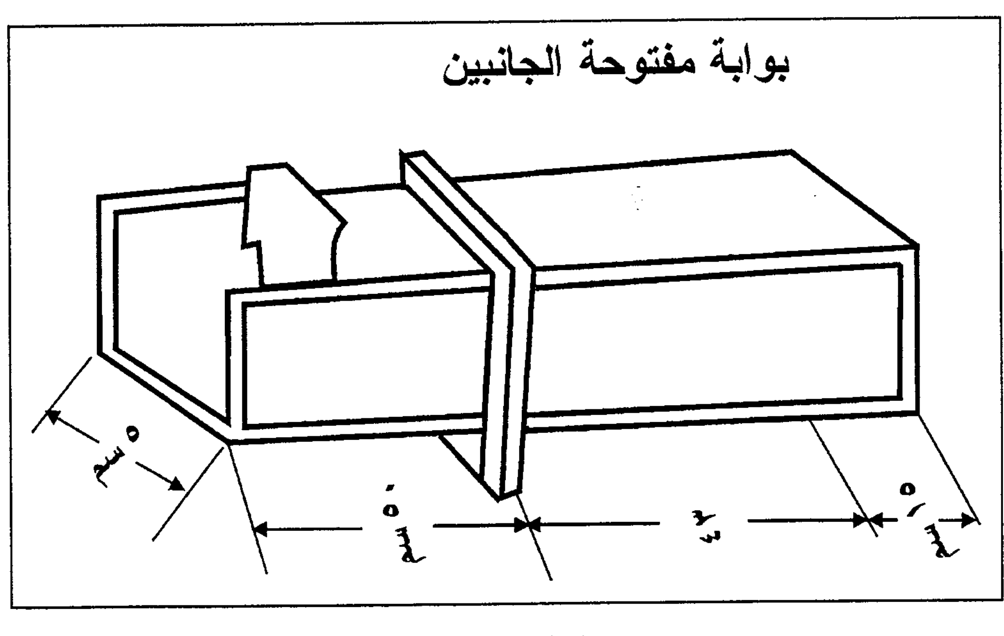
تستخدم لتوزيع المياه بتوصيلها من المسقة إلى الخطوط أو الشرائح ويتراوح طولها بين ٦٠ سم و ٩٠ سم وتمتاز عن السيفونات بضمان تصرف مستمر .



شكل (٣ - ٨)

٣ - البوابات : Gates

منها ما يركب بالجسور ليوصل الماء من المسقة إلى الحقل ومنها ما يركب بمواسير نقل الماء وتمتاز بسهولة التحكم فى التصرف بتحريك غطاء البوابة المنزلق ليعطى التصرف المطلوب .



شكل (٣ ـ ٩)

٤ ـ المحابس : Valves

تركب هذه المحابس بمواسير الضغط المنخفض لتنظيم توزيع المياه منها وفى حالة الرى بالشرائح فتوجد محابس على مسافات تكفى لوجود واحدة منها بكل شريحة وفى الأحواض يوضع محبس فى منتصف الحوض

٥ ـ الرشاشات : Sprinklers

تستعمل فى مواسير الرى بالرش وسيصير تفسيرها بأكثر فى الرى بالرش.

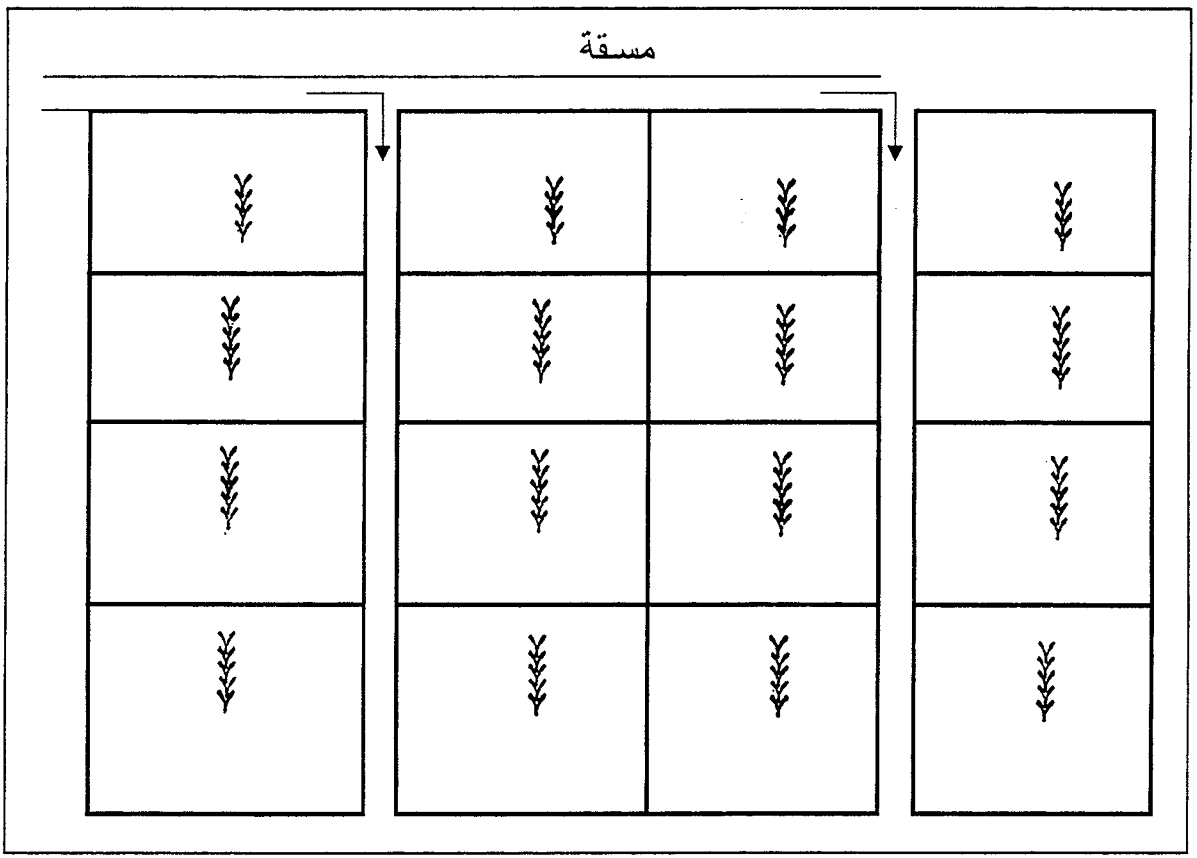
٣ـ٢ـ٣ـ١ـ٥ الأنواع المختلفة للرى السطحى

وفيها يضاف الماء إلى سطح الأرض فيغمره وينساب فوقه وهى من أكثر الطرق شيوعاً وتوجد ثلاث عوامل مشتركة بين كل طرق الرى السطحى وهى حجم التصرف المائى والمساحة المروية ومعدل التسرب ولضمان تجانس توزيع مياه الرى يجب تعديل حجم التصرف المائى والمساحة المروية فى ضوء معدل التسرب بحيث يكفى هذا التصرف لتغطية سطح المساحة المروية قبل أن يتسرب جزء كبير عند بداية مشروع الرى عنه عند نهايته .

وفى الحقول التى يسير فيها الماء مسافات طويلة يعتبر إنحدار الأرض عاملا مهما أما العوامل الأخرى فهى التضاريس والغطاء النباتى ومن طرق الرى السطحى ما يأتى :

١ـ الأحواض المستطيلة : Rectangular basin

يقسم الحقل إلى وحدات صغيره محاطة ببتون من جميع الجهات لتحصر بينها أرضا مستوية لا يزيد أقصى إرتفاع بها عن ٥ سم ويملأ الحوض بالماء إلى الإرتفاع المطلوب ويترك ليتسرب خلال سطح الأرض ثم يصرف الزائد منه . والطريقة المتبعة فى الرى تكون بعمل مسقة بين الأحواض ثم تتم عملية الرى بالطالع فيروى الحوض الذى فى نهاية المجرى أولا ثم يحول الماء إلى الحوض الذى فوقه وهكذا حتى يصل الماء إلى الحوض بأول المسقة .



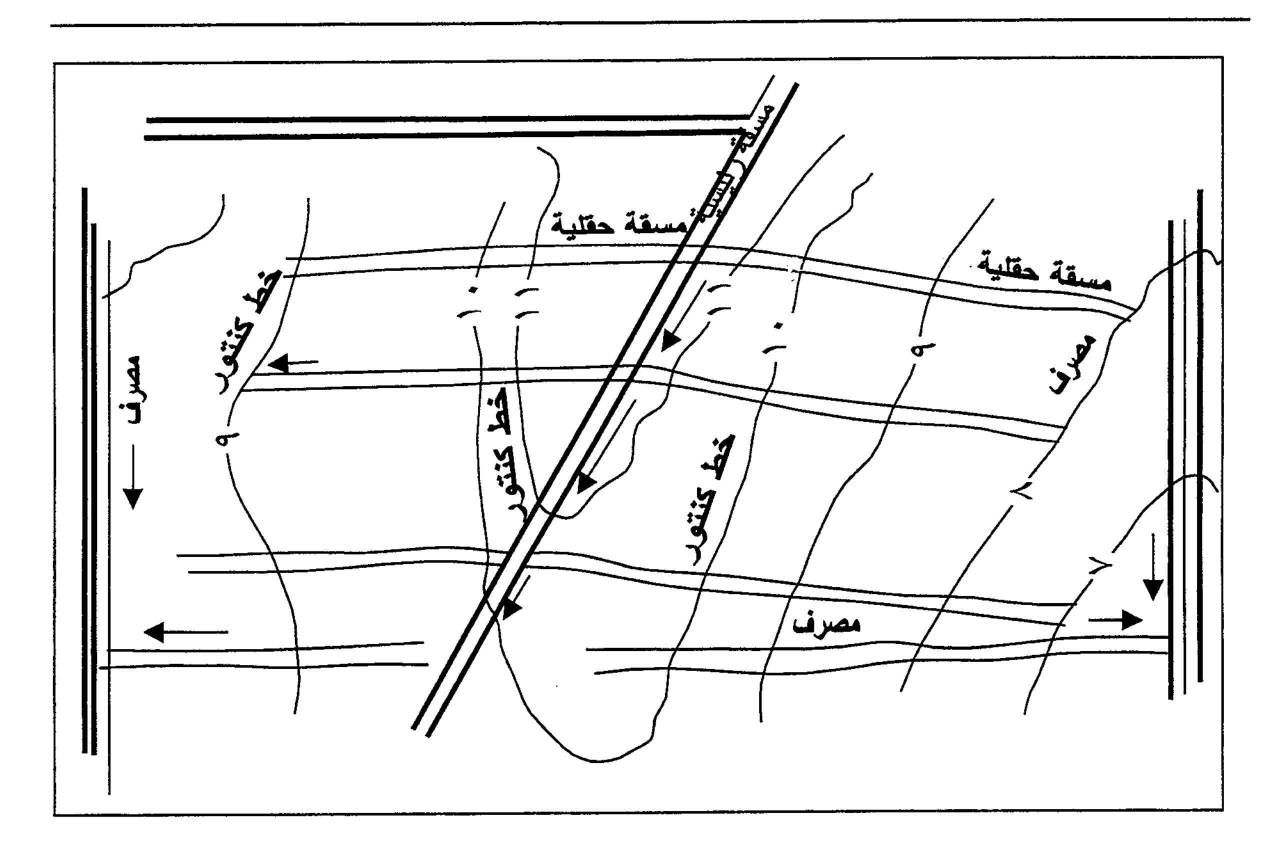
شكل (٣ - ١٠) الأحواض المستطيلة

٢ - الأحواض الكنتورية : Contour Basins

تنقسم الأرض إلى أحواض بإقامة البتون فى إتجاه خطوط الكونتور ثم تقام البتون العرضيه لتحدد مساحة الحوض بحيث يكون معدل أعطاء المياه مساويا على الأقل (١٠) مرات معدل التسرب وعادة تكون مساحة الحوض بالأراضى الرملية ٢٠/١ من الفدان (٢١٠ م ٢) وفى الأراضى الطينية نصف فدان وتسوى الأحواض بحيث لا يتعدى فرق الإرتفاع بالحوض الواحد عن ٦ سم وتستعمل هذه الطريقة لرى أشجار الفاكهة والأحواض الكبيرة فى رى الأرز ويكون البتون بعرض ٢،٤٠ متر من أسفل وتميل جوانبها لتسمح بحركة الآلات الزراعية. وتروى الأحواض من المساقى الكنتورية (Contour ditches) الموجوده على مسافات من ٢٠ : ٥٠ مترا ويقصر إستخدام الأحواض الكبيرة على الأرض المستوية وتستخدم الأحواض الصغيرة للرى على ميول حتى ١ ٪ : ٣ ٪ بحيث لا يتعدى فرق الإرتفاع بالحوض الواحد عن ٦ سم .

٣- الغمر الإنسيابى : Flooding with flowing water

يوجه التيار فى هذه الطريقه لينساب فوق الأرض ليغطى معظم المساحة ويقوم البتون بتوجيه تيار الماء للحد من الحركة الجانبية وتحتاج هذه الطريقة إلى تيار مستمر من الماء عند نقطة دخوله الأرض وتعمل المراوى الجانبية بميل حوالى ١ ٪ بإتجاه خطوط الكونتور على مسافات حوالى ٢٠ مترا والمراوى الجانبية فى إتجاه الميل على مسافات حوالى ٣٥ مترا وتعتبر هذه الوسيلة هى الوحيده لرى الأراضى المنحدرة عند وفرة مياه الرى وتصلح هذه الطريقة لرى كثير من محاصيل الحبوب الرفيعة والمراعى .

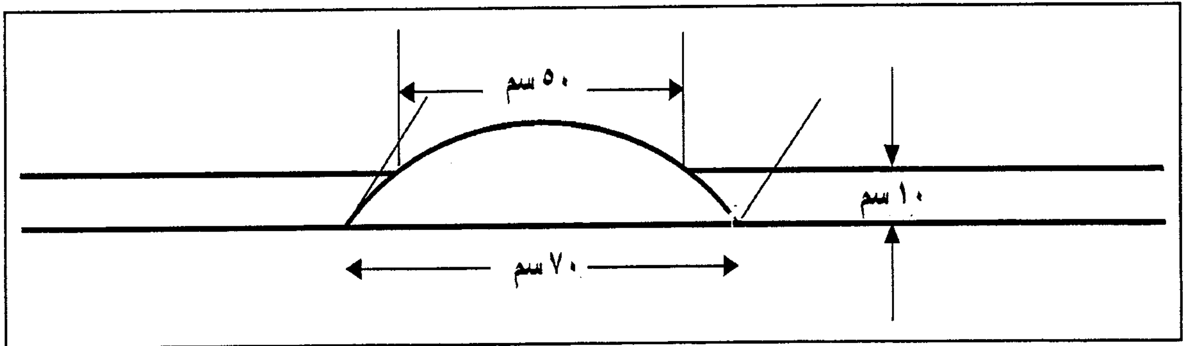


شكل (٣ - ١١) رسم تخطيطى يوضح المروى الرئيسى والفرعيات وإتجاه خطوط الكنتور عند الرى بالغمر بإتجاه مائل على إنحدار الأرض

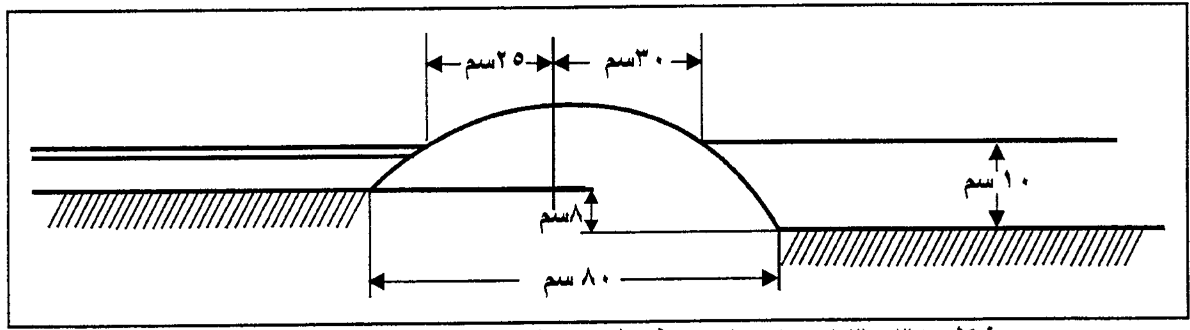
٤ - الرى بالشرائح : Border Irrigation

وتعرف بإضــافة مـاء الرى إلى سطح أرض محددة ببتون متوازية طوليا فى إتجاه ميل الأرض تسمى (levels, ridges, borders) والمساحة المروية بالشريحة (Strip check) وغالبا ما تكون الشريحة معدومة الإنحدار فى الإتجاه العمودى على البتون وقد يسمح بفرق ٣ سم .
تقسم الأرض إلى شرائح طولية ذات شكل مستطيل تنحدر فى إتجاه الميل الطبيعى للأرض إلى شرائح بواسطة بتون يجب تصميمها لتقابل ٣ إحتياجات ضرورية وهى أن تحدد وتوجه مسار الماء بكل شريحة على حده وأن تسمح درجة إبتلالها لنمو المحاصيل وسهولة مرور ألات الخدمة الزراعية .
لذا يجب إنتهاء البتون قبل ٥ أمتار من نهاية الشريحة

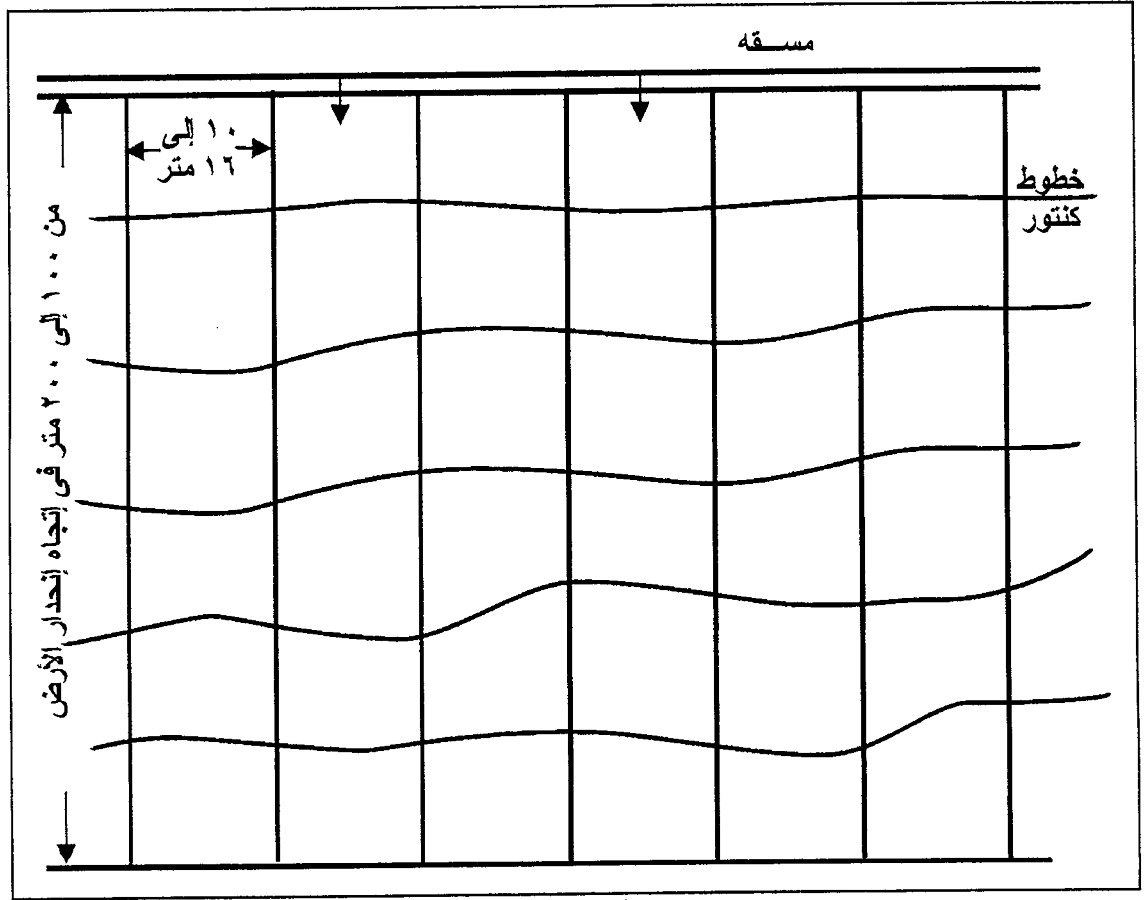
١ - يجب ألا يزيد فرق المناسيب بين شريحة وأخرى عن ٦ : ١٠ سم .
٢ - يعتمد عرض الشرائح على الميل العرضى وعمق الماء المضاف وحجم التصرف المائى ، معدل التسرب وتؤدى التسوية الدقيقة بين البتون إلى زيادة عرض الشريحة وتتراوح أطوال الشرائح بين ١٠٠ : ٢٠٠ متر يتوقف على نوعية التربة والميل الطبيعى للأرض . ويستحسن أن تقام البتون فى إتجاه الرياح فى المناطق التى يكثر بها الرياح وذلك للإقلال من تداخل تأثير الرياح عند الحصاد بالألات .
ويزداد إنتشــار هذه الطريقه لــرى مســاحات شــاسعة من المحــاصيل المقــاربة (close growing crops)
٣ - إن إجراء عمليات تسوية دقيقة أو تمهيد لسطح الأرض يساعد كثيرا على الرى بالشرائح المتساوية الأطوال .



شكل (٣ - ١٢) بتن ضيق يفصل بين شريحتين متساويتين الإرتفاع ..



شكل (٣ - ١٣) بتن ضيق يفصل بين شريحتين مختلفتى الإرتفاع ..



شكل (٣-١٤) أرض مقسمة إلى شرائح

٥ ـ الرى بالخطوط Furrow Irrigation

١ ـ تقسم قطعة الأرض إلى خطوط متوازية مستقيمة فى الإتجاه الطولى للحقل لسهولة عملية الخدمة الآلية وقد يصل إنحدار خطوط الرى إلى (٢ ٪) ويسوى سطح الأرض لأقل إنحدار ممكن قبل عمل الخطوط إذ يقل معدل تسرب الماء مع زيادة الإنحدار وإذا تعذرت التسوية المناسبة أو زيادة الإنحدار عن ٢ ٪ تتبع طريقة الرى بالخطوط الكنتورية لتجنب مشاكل التعرية .

٢ ـ يحدد إنحدار الأرض وحالتها شكل الخطوط وأبعادها وحجم تيار الماء بها أما المسافة بين الخطوط فتخضع لظروف المحصول ونوع الآلات المستخدمة للزراعة وكذلك مدى إنتشار الحركة الجانبية للمياه وعادة تكون المسافة بين الخطوط فى الأراضى الرملية ٥٠ سم ، ١٢٠ سم كما يتحدد طول الخط (length of run) بعوامل عديده منها طبيعة الأرض وإنحدارها وحجم التصرف علاوة على الدورة الزراعية ولا يسمح بإمتداد خطوط التربة لتشمل نوعين مختلفين من التربة (يتراوح الطول بين ٥٠ متر إلى ٣٠٠ متر) ..

٣ ـ تساعد الخطوط الغير عميقة على الإنتشار الجانبى للماء وإبتلال السطح فى المسافة بين خطوط الرى بينما تقل هذه الفرصه بإســـــتخدام الخطوط العميقة التى تســـاعد على حركة الماء لأسفل (يكون عمق الخطوط بين ٢٠ سم : ٣٠ سم) .

٤ ـ أن أقصى تصرف مسموح به لخط الرى بـألارض متوسطة القوام ولا يخشى من حدوث تعرية عند إستخدامه بما يأتى :

$$Q = \frac{0.63}{S} \qquad (3\text{-}8)$$

Q = أقصى تصرف مسموح به للتر / الثانية

S = إنحدار الخط (القيمة العددية للنسبة المئوية للإنحدار) .

٥ ـ تستخدم هذه الطريقه لرى كثير من المحاصيل الزراعية مثل :

الذرة ـ القطن ـ قصب السكر ـ الخضروات ـ أشجار الفاكهة ..

٦ ـ الرى بالسطور Corrugation method of irrigation

هى تعديل للرى بالخطوط لتناسب المحاصيل المتقاربة النمو مثل البرسيم الحجازى والحبوب الرفيعة ويتوقف البعد بين السطور وعمقها على نوع التربة وأنحدارها وتكون المسافة عادة بين السطور من ٤٠ إلى ١٢٠ سم تبعا لنوع التربة والعمق بين ١٠ سم ، ١٥ سم وكلما زاد إنحدار التربة قلت المسافة بين السطور ..

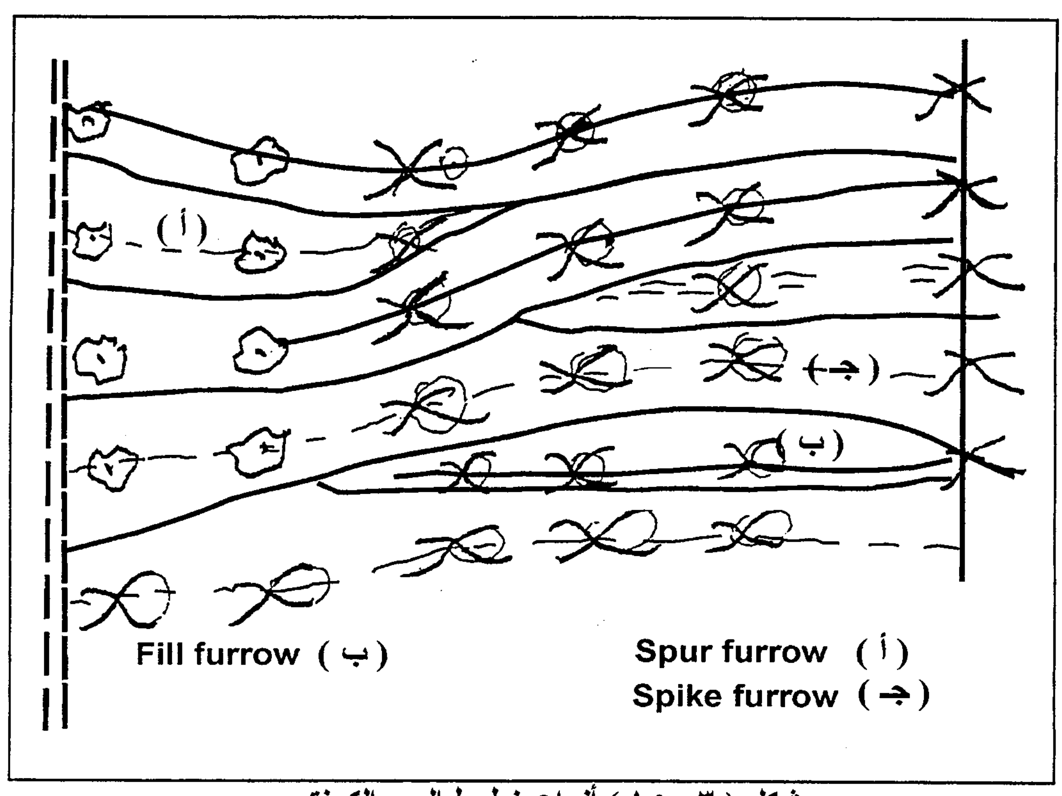
وفى التربة الرملية يكون عمق السطور قليلا وعند وجود طبقات صماء أو مستوى ماء أرض قريب يساعد على تباعد السطور وتتراوح أطوال السطور بين ٥٠ : ٣٠٠ مترا وغالبا بين ١٠٠ : ٢٠٠ مترا مع العلم بأن زيادة الطول قد يؤدى إلى إحتمال عدم تجانس التوزيع للتربة ..
وتنشأ السطور فى إتجاه أقصى إنحدار وهى تصلح للرى على ميول من ٥ : ٢٠ ٪ وغالبا من ١ : ٢ ٪ وبالمقارنة بين الإنحدار المسموح للسطور والمسموح به للخطوط لنفس الأرض نجد فرقاً واضحاً كما هو واضح فى هذا الكشف ..

جدول رقم (٣-١١)

قوام الأرض	النسبة المئوية للميل المسموح به	
	خطوط	سطور
رمـــــــــل	٠,٢٥	٠,٥٠
رمـــــل طمــى	٠,٢٥	٠,٥٠
طمــى رملــى	٠,٤٠	٠,٧٥
طمى رملى ناعم	٠,٥٠	١,٠٠
طيـن طمـــــى	٢,٥	٥,٠٠
طين ثقيـــــل	٦,٢٥	١٢,٥

٧ ـ الرى بالخطوط الكنتورية Contour furrow irrigation

وفيها ينساب الماء بإتجاه خطوط الكونتور بميل يسمح بتصرفه وذلك لرى أشجار أو نباتات منزرعة أيضاً على خطوط الكونتور ويمكن إتباع هذه الطريقه بنجاح فى معظم الأراضى الزارعية فيما عدا الرملية والطينية الثقيلة التى تتشقق بدرجة كبيرة عند جفافها وتكون ميول الأرض المتوسطة أو الثقيلة القوام ٨ ٪ أما الأراضى الخفيفة القوام فلا يزيد الإنحدار عن ٥ ٪ .. وإجراء عمليات تمهيد الأرض يساعد على إنتظام مسار خطوط الرى المسقاه ..



شكل (٣ ـ ١٥) أنواع خطوط الرى الكونتورى

أما إنحدار خطوط الرى وعلاقاتها بإنحدار سطح الأرض فتحدد بالعلاقة

$$F.G = S + C \qquad (3\text{-}9)$$

حيث أن F.G = إنحدار خط الرى كنسبة مئوية Furrow Grade

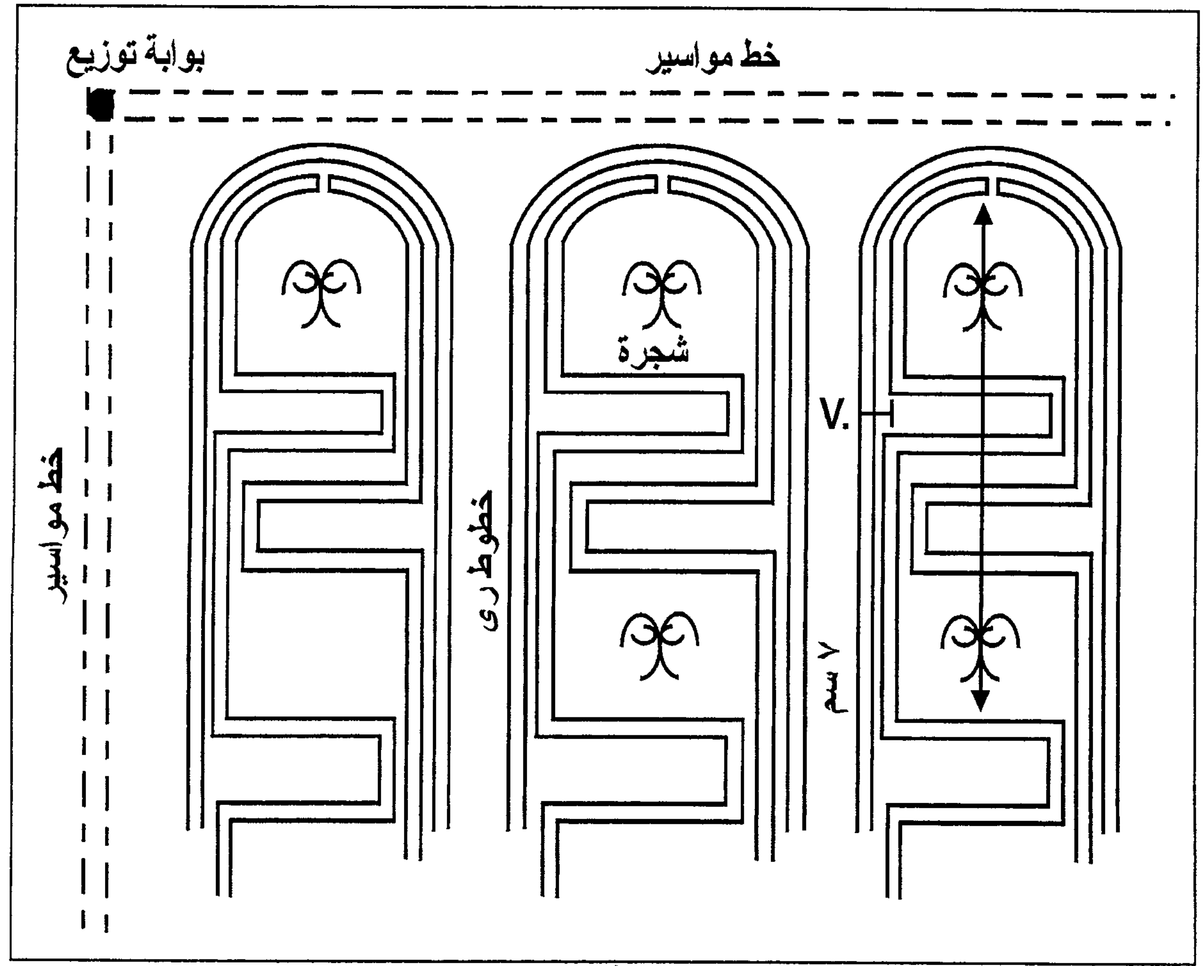
S = إنحدار الأرض كنسبة مئوية Slope

C = مقدار ثابت يتوقف على القوام ويساوى ١,٢ للقوام الخشن ١,٥ للقوام المتوسط ١,٨ للقوام الناعم .

٨ - الرى بالخطوط المتعرجة : Zigzag furrow irrigation

هى طريقة معدلة للرى بالخطوط للإقلال من سرعة تيار المياه والتعرية عند رى أشجار الفاكهة وأحيانا العنب المنزرع على المنحدرات ..

وأتجاه المياه هو إتجاه إنحدار الأرض مع تحويل الخطوط بزاوية قائمة ثم إتجاهها مره أخرى بإتجاه إنحدار الأرض لمسافة قصيرة ترتد بعدها بزاوية قائمة. لتسير بمحازاة الخط السابق ثم بزاوية قائمة مرة أخرى لتسير فى أتجاه أنحدار الأرض.



شكل (٣ - ١٦) طريقة الرى بالخطوط المتعرجه

٩ - الرى بالخطوط المرتده Check Back furrow irrigation
يشبه الرى بالخطوط المتعرجة إلا أن خطوط الرى العرضية ترتد لأعلى ثم عرضيا قبل إنحدارها مره أخرى بإتجاه الإنحدار العام للأرض ثم ترتد عرضيا فى الإتجاه العكسى ولأعلى مره أخرى ثم عرضيا وأخر لأسفل بإتجاه الميل وهكذا يكون شكل هذه الخطوط مستطيلات مقلوبة الإتجاه .

١٠ - الرى بالخطوط العريضة : Broad furrow
تعمل الخطوط عريضة للمحاصيل المنزرعة على خطوط وتحتاج إلى كمية كبيرة من الماء مثل الطماطم وأشجار الفاكهة والعنب وقد يصل عرض الخط ٦٠ سم ويكون إرتفاع الماء بها صغيراً .

١١ - الرى بالخطوط الحوضية : Basin furrow
تستعمل هذه الطريقة لرى المحاصيل مثل : الشليك - شتلات - أشجار - نباتات الزينة التى تزرع على مصاطب يفصل بينها خطوط رى عريضة وعميقة وتملأ هذه الخطوط بالماء ثم يحول عنها ويترك ليتسرب خلال هذه الخطوط كما هو الحال عند الرى بالأحواض وعادة ما تكون هذه الخطوط بطول قصير يتراوح بين ٣٥ ، ١٠٠ متر .
ويحتاج الرى بهذه الطريقة إلى جهد كبير فى التنفيذ مع سوء توزيع الماء خصوصا بالقرب من المروى وبداية مشروع الرى ..

٣-٢-٣-١-٦ قياس تصرف مياه الرى
تدعو الحاجة إلى توفير مياه الرى إلى إتباع الوسائل الكفيلة بالحد من الإسراف فى إستخدامها وأول هذه الوسائل هو قياس كميات المياه المستعملة فى الرى لضمان عدالة التوزيع وحتى نبلغ أعلى محصول وكذلك لتخفيف العبء على محطات الصرف ويمكن تقسيم طرق قياس مياه الرى إلى ثلاثه طرق رئيسية :

أ - طرق مباشرة .
ب - طرق تعتمد على قياس السرعة والمساحة .
ج - طرق تعتمد على عوائق ذات فتحات تعترض مجرى المياه بالقنوات .

أ - الطرق المباشرة
يستخدم وعاء ذو سعة معروفة لتقدير الزمن اللازم لملئه ومن ثم يمكن تقدير التصرف وتستعمل هذه الطريقة لتقدير التصرفات البسيطة إلى خطوط الرى ولإيجاد معدل التسرب الخطى .

ب - الطرق التى تعتمد على قياس السرعة والمساحة
١- يقدر التصرف بطريقة تقريبية بأن يختار حبس مستقيم متجانس المقطع من المروى بطول حوالى مائة متر يحدد بدء ونهاية الحبس التى سيجرى عندها تقدير سرعة المياه بطريق العوامة Float method أو صبغة الفلورسين وبقياس الزمن يمكن تقدير السرعة المتوسطة لتيار الماء ويؤخذ متوسط السرعة وبضربه فى مساحة القطاع نحصل على التصرف بطريقة تقريبية .

ويمكن قياس التصرف من المواسير بدلالة قطر الماسورة وطولها ونوعها والفاقد بالماسورة ويوضح البند ٣ - ٢ - ٣ - ٣ - ٨ تفاصيل الحساب والجدول رقم (٣ - ١٢) يوضح الفاقد والتصرف بالمواسير الصلب الملحوم بدلالة القطر والطول والجدول رقم (٣ - ١٣) يوضح الفاقد والتصرف فى المواسير P.V.C بنفس المعلومات

جدول (٣ - ١٢) مواسير صلب ملحوم

لتر / ث	قطر الماسورة					
	١٠ سم	١٢,٥ سم	١٥ سم	٢٠ سم	٢٥ سم	٣٠ سم
	الفاقد بالمتر لكل ١٠٠ متر طولى					
٢٢,٠	٨,٧	٢,٩	١,٢	٠,٣	٠,١٠	
٢٥,٢	١١,١	٣,٧	١,٥	٠,٤	٠,١٠	
٢٨,٤	١٣,٩	٤,٦	١,٩	٠,٥	٠,٢٠	
٣١,٦	١٦,٨	٥,٦	٢,٣	٠,٦	٠,٢٠	
٣٧,٩	٢٣,٦	٧,٨	٣,٢	٠,٨	٠,٣٠	٠,١٠
٤٤,٢	٣١,٤	١٠,٤	٤,٣	١,١	٠,٤٠	٠,٢٠
٥٠,٥	٤٠,٢	١٣,٣	٥,٥	١,٤	٠,٥٠	٠,٢٠
٥٦,٩		١٦,٥	٦,٨	١,٨	٠,٦٠	٠,٣٠

جدول (٣ - ١٣) مواسير .P.V.C

لتر / ث	قطر الماسورة					
	١٠ سم	١٥ سم	٢٠ سم	٢٥ سم	٣٠ سم	٣٧,٥ سم
	الفاقد بالمتر لكل ١٠٠ متر طولى					
٢٥,٢	٧,٥٧	١,٠٥	٠,٢٦	٠,٠٩		
٢٠,٤	٩,٤٢	١,٣١	٠,٣٢	٠,١١	٠,٠٤	
٣١,٦	١١,٤٥	١,٥٩	٠,٣٩	٠,١٣	٠,٠٥	
٣٧,٩		٢,٢٣	٠,٥٥	٠,١٨	٠,٠٨	
٤٤,٢		٢,٩٦	٠,٧٣	٠,٢٥	٠,١٠	

ج - الطرق المستخدمة لعوائق بمجرى الماء

تقاس التصرفات بواسطة الهدار ومن أنواعه

Sharp edged weir (Rectangular, V-notched), Broad crested weir

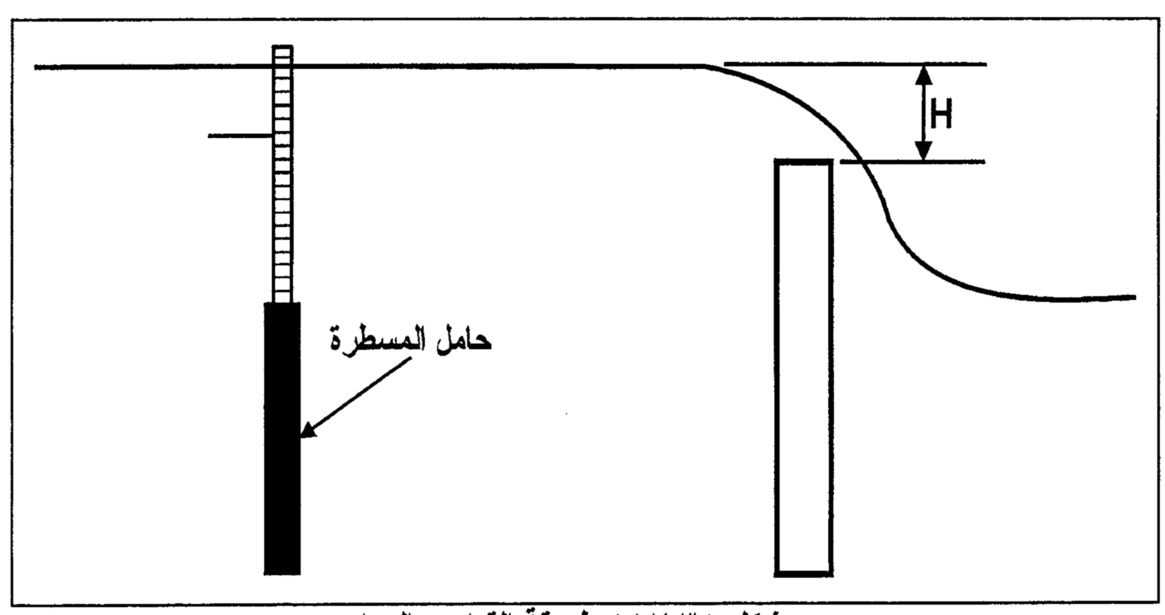
وطريقة القياس كالآتى :

١ - يوضع الهدار بمجرى مائى مستقيم لمسافة لا تقل عن ١٠ متر وأن يكون الهدار منتظما ومستقيما وألا يوجد عوائق قبل الهدار ووضعه فى المجرى المائى بحيث يكون سقوط الماء فوقه سقوطا حرا free flow .

وألا يتجاوز سمك حافة الهدار والجوانب ٣ مم ويجرى قياس إرتفاع الماء من الأمام بعيدا عن الهدار حتى لا يتأثر القياس بإنحناء سطح الماء عند مروره أعلا الهدار وغالبا تستعمل المعادلة

$$Q = CA\sqrt{2gH} \qquad (3\text{-}10)$$

Q = معدل التصرف فى الثانية.
C = معامل يختلف تبعا لنوع الهدار.
A = مساحة مقطع الماء.
g = عجلة الجاذبية.
H = إرتفاع الماء فوق حافة الهدار.



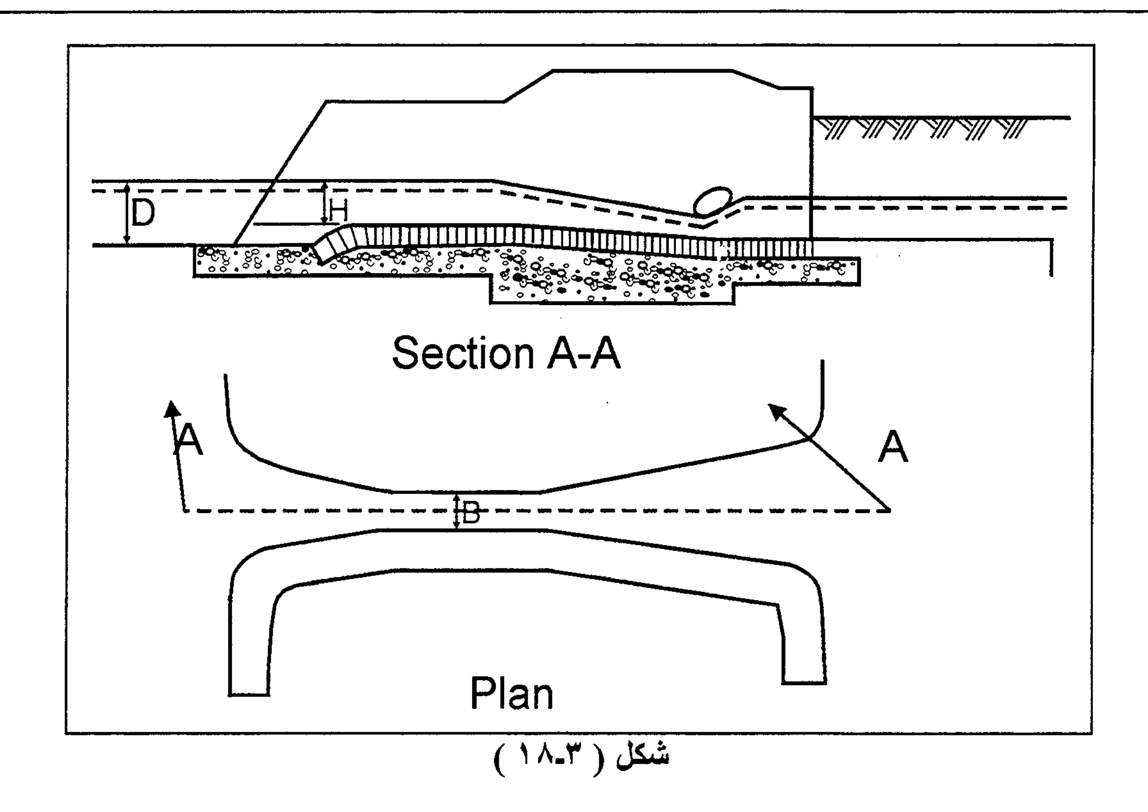
شكل (٣-١٧) طريقة القياس بالهدار

٢ - Parshal Flume

ويستعمل فى قياس تصرف الماء بالقنوات المفتوحة وهو يعطى قياسات دقيقة حتى عندما يكون مغمورا جزئيا ويقسم الجهاز إلى ثلاثة أجزاء كما هو مبين بالرسم التوضيحى رقم (٣-١٨) والأجهزة الصغيرة الحجم تناسب قياس الماء بالمزرعة وخطوط الرى وذلك بدقة حوالى ٥٪.

$$Q = CBH^{3/2} \qquad (3\text{-}11)$$

C = 1.60   B = 0.06 – 0.09 ms
C = 1.64   B = 0.09 – 0.12 ms
C = 1.66   B > 0.12 ms



شكل (٣-١٨)

٣-٢-٣-٢ الرى بالرش

الرى بالرش هو توزيع المياه خلال الهواء لتغطية البقعة من الأرض المطلوب ريها وذلك عن طريق دفع المياه تحت ضغط من رشاشات ليخرج على شكل رذاذ يكون أقرب ما يكون إلى تساقط الأمطار ومن غير الممكن أن يكون التوزيع منتظما تماما ولكن فى كثير من الأحيان يمكن إستخدام كميات أقل من المياه بمعدل تساقط أقل وأيضا بتوزيع أكثر إنتظاما من طرق الرى الأخرى واهمها الرى السطحى .

يتراوح الضغط الذى يلزم لتشغيل نظام الرى بالرش من (١ / ٤) ضغط جوى لبعض نظم الرى تحت الأشجار إلى ما يزيد عن (١٠) ضغط جوى لبعض نظم الرى التكميلى فوق الأشجار وتعتبر النظم التى تعمل تحت ضغط يتراوح بين (٢) و (٤) ضغط جوى هى النظم الأكثر شيوعا .

ويلزم إذا كانت المياه تصل إلى المنطقة المراد ريها عن طريق قنوات رى تتدفق فيها المياه تحت تأثير الجاذبية الأرضية إستخدام مضخات دفع للوصول بالضغط فى شبكة أنابيب الرى بالرش إلى الضغط المطلوب لتشغيلها - أما إذا كان مصدر المياه للمنطقة المطلوب ريها هو بئر ترفع منه المياه عن طريق مضخة رفع فمن الممكن إستخدام نفس المضخة فى إعطاء المياه قوة الدفع اللازمة لتشغيل نظام الرى بالرش.

٣-٢-٣-٢-١ أنواع نظم الرى بالرش

١- نظام الرى بالرش الثابت Stationary or Permanent System

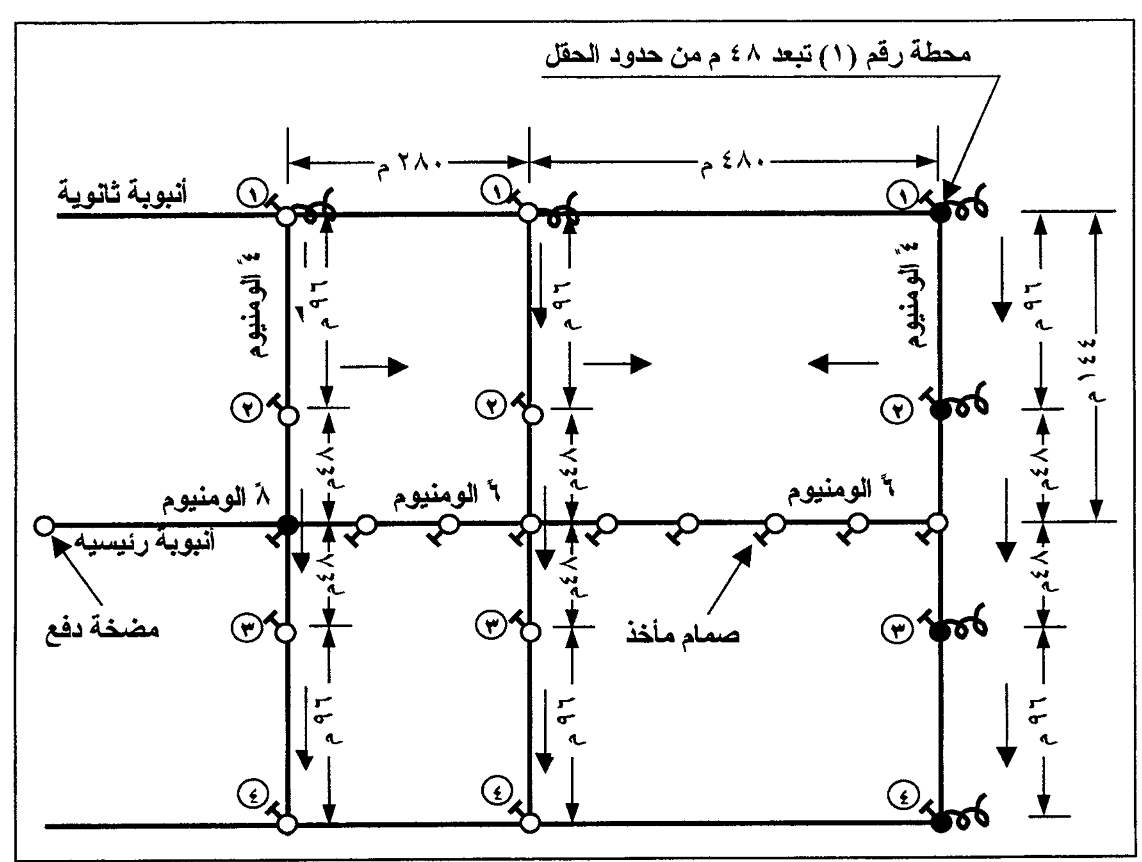
يتكون هذا النظام عادة من أنبوبة رئيسية تغذى مباشرة من المصدر يتفرع منها أنبوبتين ثانويتين عن طريق صمامى تحكم تغذى كل منهما مجموعة من الأنابيب الفرعية سواء على جانب واحد أو على الجانبين عن طريق صمامات مآخذ وتكون المسافات بين الأنابيب الفرعية متساوية وتوضع الرشاشات أيضا على أبعاد متساوية على طول الأنابيب الفرعية و تثبت فيهما عن طريق قوائم ذات إرتفاعات تتناسب مع أطوال النباتات المطلوب ريها.

ومن المعتاد أن تكون الأنبوبة الرئيسية والأنابيب الثانوية مدفونة فى قطاع التربة إلا أن تركها فوق سطح الأرض على دعامات ممكن فى بعض الأحيان.

ورغم أن تكاليف إنشاء نظام الرى بالرش الثابت أعلى نسبيا من النظم الآخرى إلا أن تكاليف العمالة اللازمة للتشغيل فيما بعد تكون أقل ... ومن الممكن تخفيض تكاليف الإنشاء على حساب زيادة بسيطة فى تكاليف العمالة وذلك عن طريق إختيار أنابيب ذات أقطار أقل وتركيب صمامات تسمح بتشغيل الرشاشات ذات الأرقام الفردية تبادليا مع الرشاشات ذات الأرقام الزوجية (أنظر شكل رقم ٣-١٩).

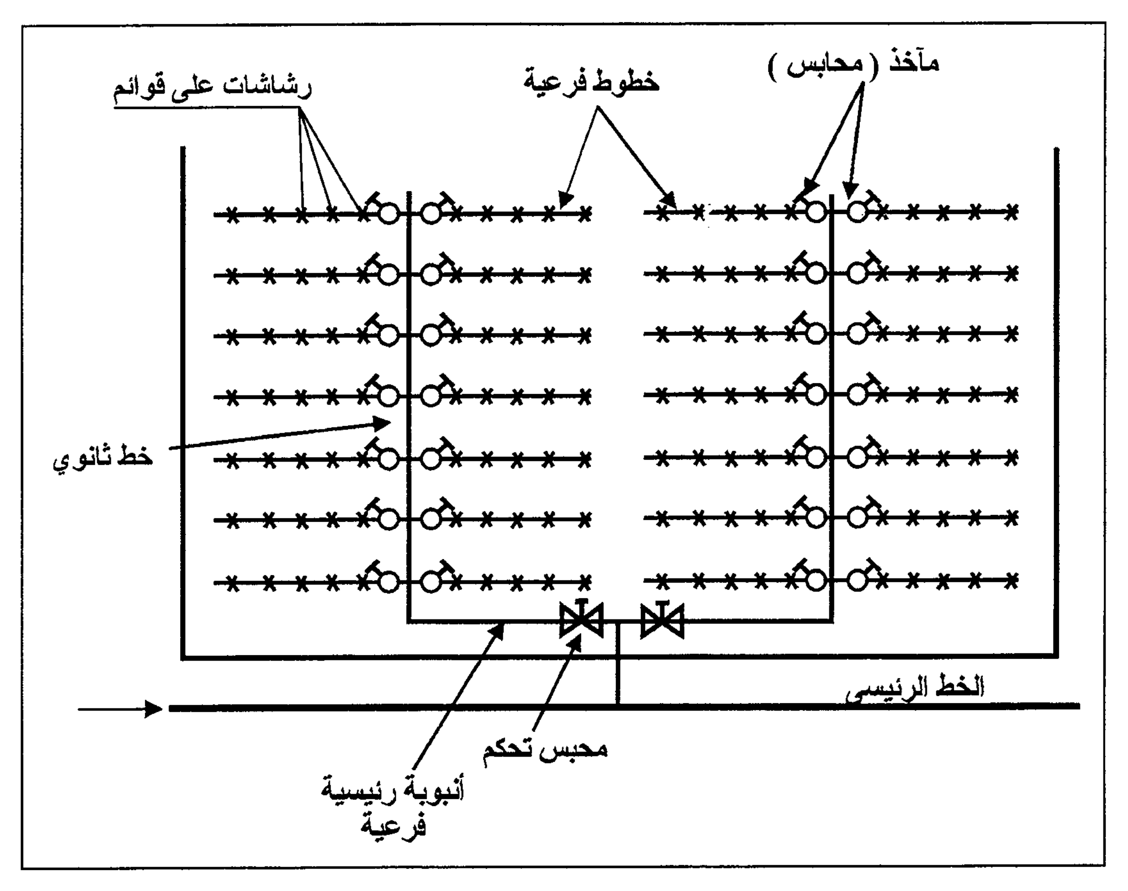
٢- نظام الرى بالرش المتنقل (النقالى) Portable System

يشيع إستخدام نظم الرى بالرش المتنقلة فى الأماكن التى تحتاج رى تكميلى وغالبا ما تصنع الأنابيب الرئيسية والثانوية والفرعية من الألومنيوم الخفيف الوزن حتى يسهل نقلها أو تحريكها .. ويوضح الشكل رقم (٣-٢٠) أحد هذه النظم ويتكون من أنبوبة رئيسية تحمل المياه تحت ضغط كافى أو يجرى تزويدها بالضغط اللازم عن طريق مضخة دفع وتتصل الأنبوبة الرئيسية بأخرى ثانوية وتكون كلتاهما ثابتتين مع إمكان تحريكهما إلى مكان آخر بعد إنتهاء رى المساحة بالكامل .. وتوضع على طول الأنبوبة الثانوية صمامات مآخذ تتفرع منها الأنابيب الفرعية التى يكون عددها واحدة أو أكثر تتحرك على عجلات وتركب عليها الرشاشات.



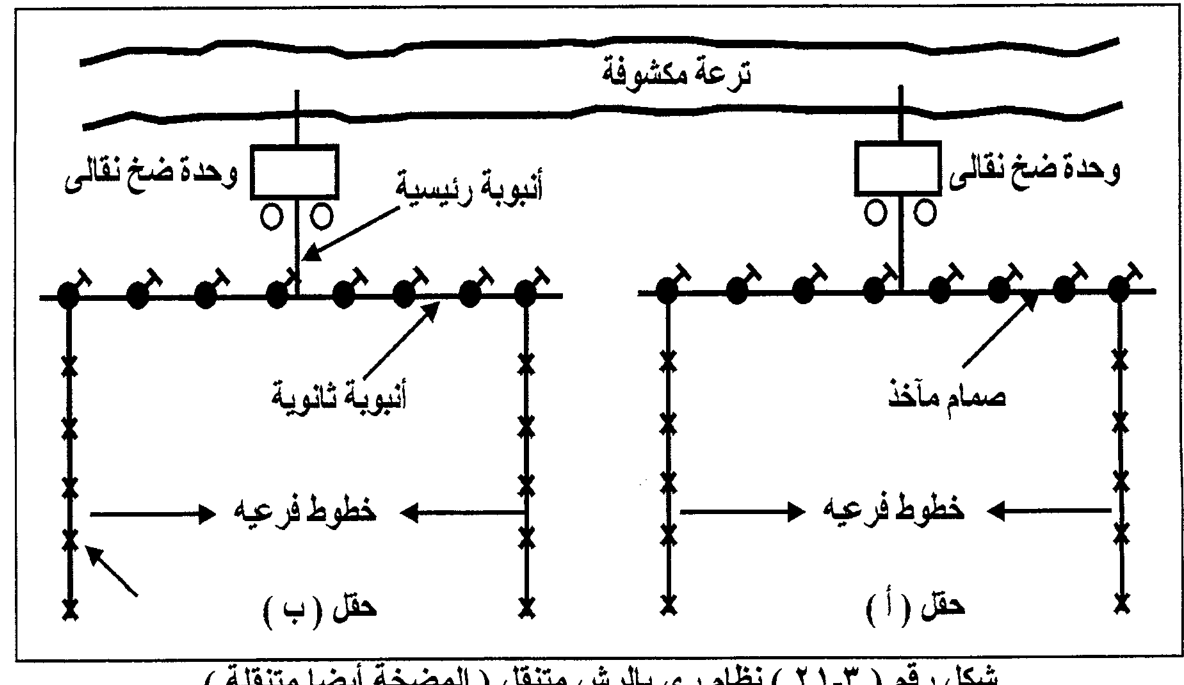
- الأســـهم توضح إتجاهات تنقل الأنابيب الفرعية على الأنبوبة الرئيســـية والأنابيب الثانوية
- المحطات أرقام (١، ٢، ٣، ٤) هى محطات نقل الأنابيب الفرعية على الأنابيب الثانوية

شكل رقم (٣-١٩) نظام رى بالرش ثابت مع رشاش مدفعى ومضخة ثابتة



شكل رقم (٣-٢٠) نظام رى بالرش متنقل

ومن الممكن إستخدام مضخة لرفع المياه من قنوات الرى التى تسير موازية للحقل المراد ريه إلى شبكة من الأنابيب الرئيسية والثانوية والفرعية ويكون تحريك الأنبوبة الفرعية من وضع إلى آخر إما عن طريق اليد أو بتحميلها على عجلات تسير موازية للأنبوبة الثانوية كما هو موضح بالشكل رقم (٣-٢١).



شكل رقم (٣-٢١) نظام رى بالرش متنقل (المضخة أيضا متنقلة)

نظام الرى بالرش النصف ثابت (النصف نقالى)
Semi-Stationary or Semi-Portable System

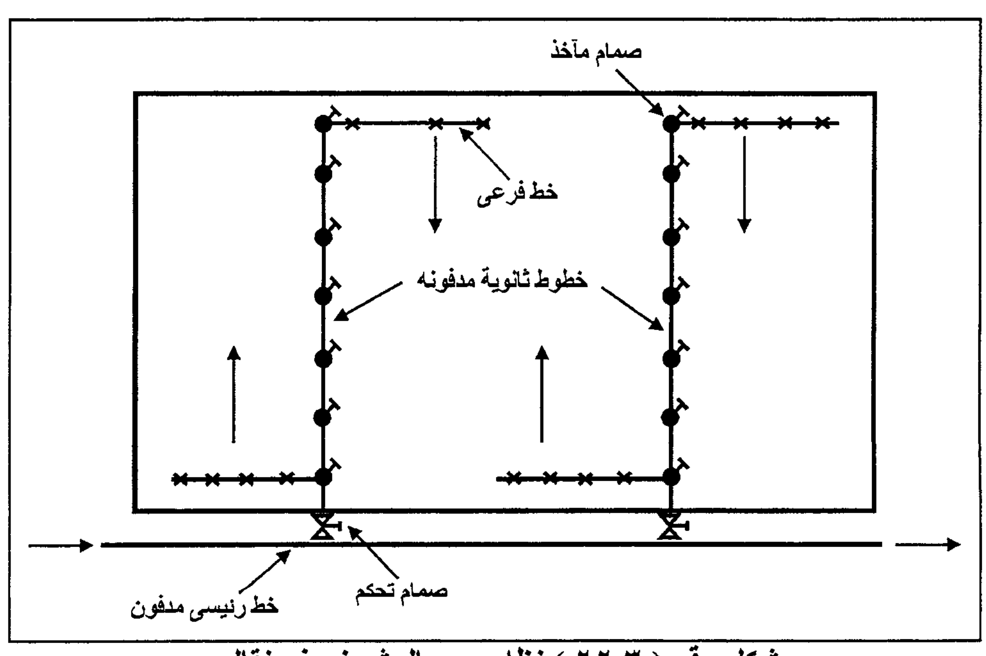
تدفن الأنابيب الرئيسية والثانوية فى هذا النظام فى باطن التربة بينما يتم تحريك الأنابيب الفرعية خفيفة الوزن على طول الأنبوبة الثانوية عن طريق صمامات مآخذ وتركب الرشاشات على قوائم توضع على مسافات متساوية على طول الأنابيب الفرعية ... وتصنع الأنابيب الرئيسية والثانوية عادة من الحديد أو الإسبستوس الأسمنتى أو البولى فينيل كلوريد ويكون معامل الإحتكاك للصنفين الآخرين أقل من الأول .. مما يعنى وفرا فى إستهلاك الطاقة .. وتصنع أنابيب الأسبستوس الأسمنتى عادة من أطوال (٢ ، ٢,٥ ، ٤ ، ٥) مترا ويستحسن إستخدام الأطوال الأقصر فى حالة إستعمال أنابيب حتى قطر ٢٥ سم فى أنواع التربة الثقيلة .. ويلزم دائما الإهتمام بإستواء مسار الأنبوبة ووضعها برفق فوق وسادة من الرمل أو الزلط الصغير.

وعادة ما تنتج أنابيب الألومنيوم بأطوال (٦) متر أو (١٢) متر وتتصل ببعضها عن طريق وصلات سريعة الفك والتركيب .. ويكون بها مخارج لقوائم الرشاشات يتراوح قطرها بين (٢٠ ، ٢٥) مم .. وتتصل القوائم ذات الإرتفاعات الكبيرة بوصلات الفك والتركيب بقطع إضافية تعمل على الإسراع فى الفك والتركيب.

ومن المعتاد وضع صمامات المآخذ على أبعاد تتراوح بين (١٢) متر ، (١٨) متر فإذا وضعت الأنبوبة الفرعية على بعد (١٢) متر أمكن وضع صمامات المآخذ على بعد (٣٦) متر بين كل منها والآخر يخدم المآخذ الواحد ثلاثة نقلات للأنبوبة الفرعية .

ومن الممكن أن يحتاج نقل الأنابيب الفرعية باليد إلى عمالة زائدة ووقت طويل خصوصا إذا كانت التربه ثقيلة والنباتات مرتفعة لذلك يمكن أحيانا تركيب هذه الأنابيب على عجلات وجرها بين المحطة والأخرى على طول الأنبوبة الفرعية .

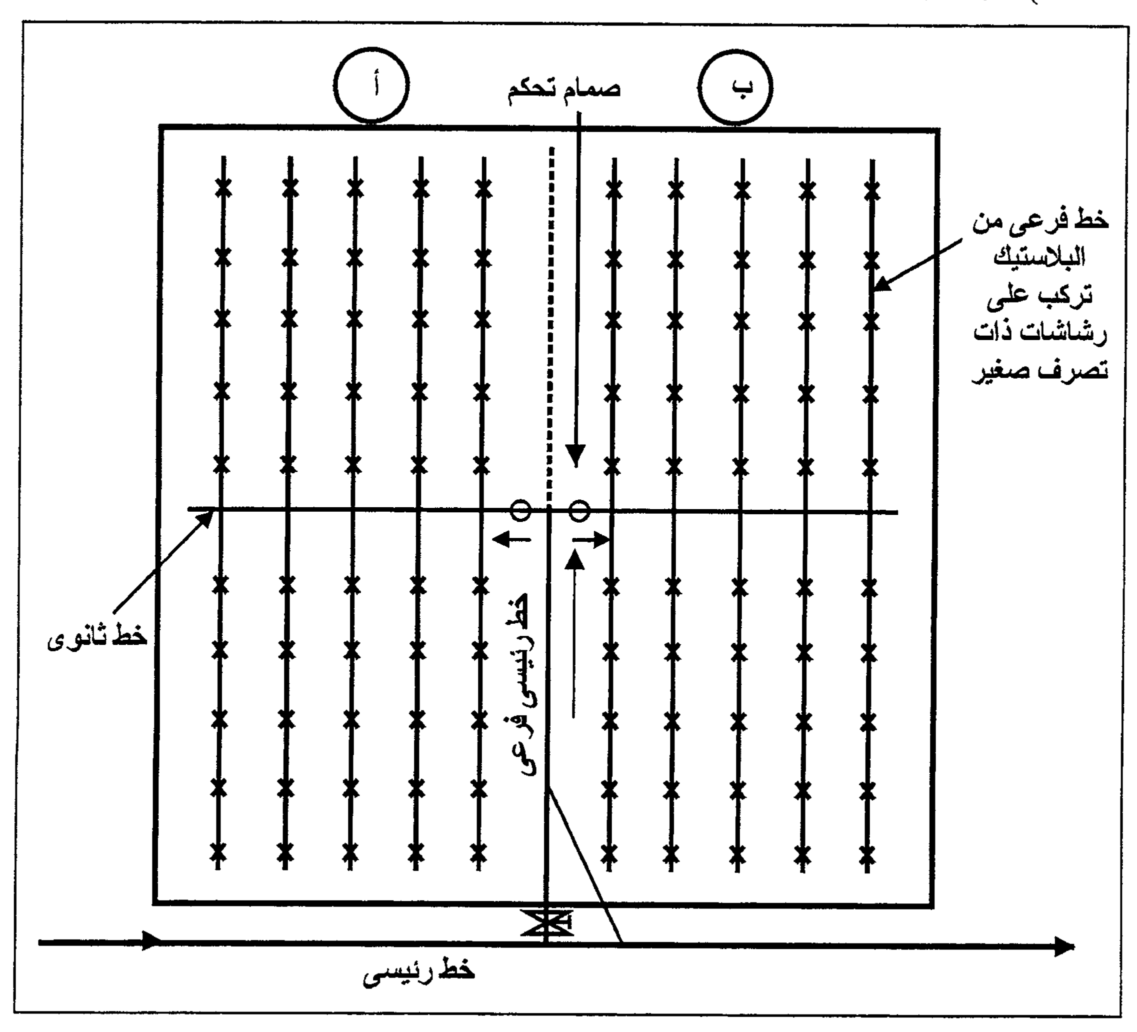
ونظرا لأن نظم الرى بالرش النصف ثابتة تحتاج إلى عدد أقل من الأنابيب الفرعية وبالتالى تحتاج إلى تكاليف أقل لذلك فإنها تعتبر النظام الأكثر شيوعا .. كذلك فإن إبعاد الأنابيب الفرعية عن الحقل يحقق عدم التعارض مع العمليات الزراعية المختلفة .. إلا أن الحاجة إلى عمالة لنقل الأنابيب من محطة إلى المحطة التالية لها يسبب بعض المشاكل أحيانا .. ويوضح الشكل رقم (٢-٢٢) نموذجا لنظام رى شبه متحرك على عجلات .



شكل رقم (٣-٢٢) نظام رى بالرش نصف نقالى

نظام الرى بالرش المجمع Soild –Set System

عندما يكون الحصول على العمالة صعبا أو مكلفا يصبح نظام الرى بالرش المجمع البديل المناسب لنظام الرى بالرش الثابت والمتنقل ونصف المتنقل حيث يتم وضع النظام بالكامل فى أول الموسم الزراعى ... ويرفع فقط فى نهاية هذا الموسم .. ويوضح الشكل رقم (٣-٢٣) حقل يتكون من قطعتين يتم ريه بالنظام المجمع .. وتمر أنبوبة ثانوية من البلاستيك أو الألومنيوم خلال منتصف كل من القطعتين مع تغذية أنابيب فرعية تكون عادة من البولى إيثيلين المرن على جانبى الأنبوبة الثانوية وخلال الآونة الأخيرة أصبح إســتخدام الرشاشات الصغيرة التى تعطى تصرف يتراوح بين (٣٠ ، ١٢٠) لتر / ســاعة عند ضاغط (١٥ - ٢٠) متر أكثر شيوعا .



شكل رقم (٣-٢٣) نظام رى بالرش مجمع

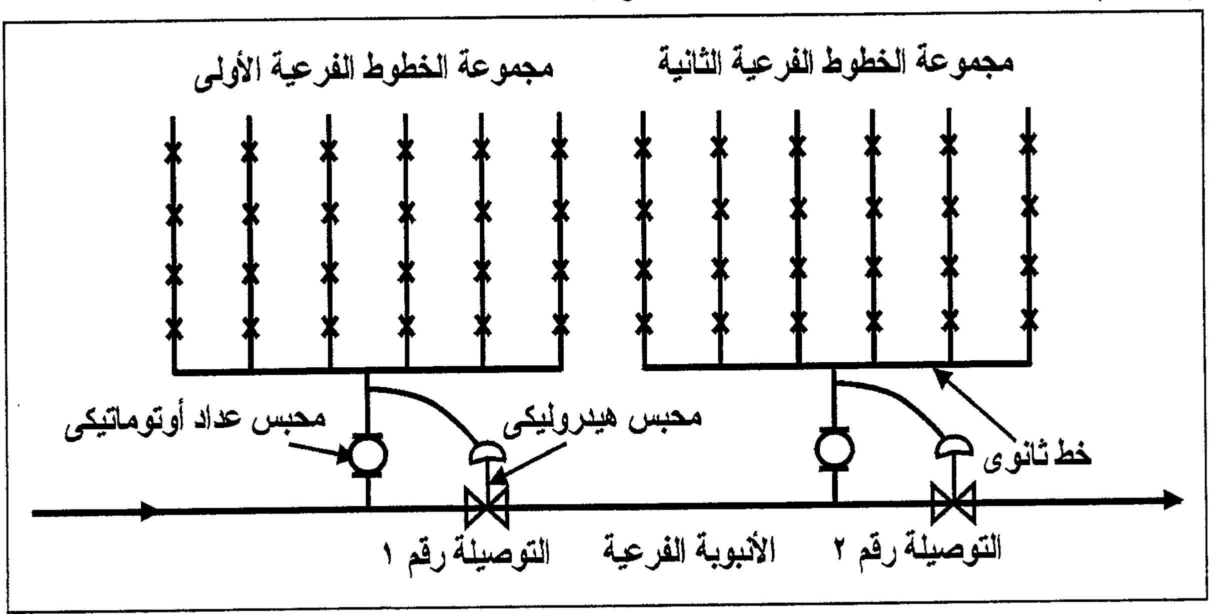
ومن الممكن أن يروى الرشاش الصغير شجرة حديثة النمو وتزداد قوته بزيادة عمر الشجرة والخطوط الفرعية فى النظام المجمع لا تغذى عن طريق صمامات مآخذ لذلك فإن كل قطعة تروى كوحدة مستقلة ويتم إختيار قطر الأنبوبة لكل قطعة بحيث لا يزيد الفرق فى الضغط بين البداية والنهاية عن النسب المسموح بها .

ويمكن إستبدال الأنبوبة الثانوية الطويلة بأنبوبة رئيسية وعدد من الأنابيب الثانوية .. ويتيح ذلك إمكانية رى جزء من القطعة بدلا من رى القطعة كلها كوحدة واحدة ويسمح فى نفس الوقت بتقليل قطر الأنبوبة إلا أن طول الأنبوبة الرئيسية يجب أن يزداد فى هذه الحالة.

النظم الأوتوماتيكية Automatic Systems

كان لإدخال النظم الأوتوماتيكية الفضل في زيادة كفاءة التطبيق وتخفيض احتياجات العمالة الي حد كبير ومن الممكن استخدام درجات متفاوتة من الأنظمة ـ ومن اسهل هذه الطرق استخدام صمامات القياس الأوتوماتيكية التي يمكن التحكم فيها هيدروليكيا بتمرير حجم معين من الماء تقفل بعده تلقائيا .. ومن الممكن أن تركب هذه الصمامات عند مداخل القطع أو الأنابيب الثانوية أو مجموعة من الأنابيب الفرعية التي تروي مع بعضها في نفس الوقت .. ويضمن وجود هذه الصمامات أنسياب الحجم اللازم من المياه إلا أن التوزيع الداخلي قد يكون غير منتظم بسبب الاختلاف المتزايد في الضغط علي سبيل المثال .
ويتم اختيار صمامات القياس الأوتوماتيكية علي أساس الحجم اللازم تصريفه ومعدل التصرف التصميمي .. وعادة ما تعطي الجهة المنتجة قيمة للضاغط الذي يفقد في كل صمام .

ومن النظم الأوتوماتيكية الأكثر تقدما صمامات القياس التي تعمل في تسلسل يسبق تحديده ـ ويوضح الشكل رقم (٣ـ٢٤)أحد الطرق البسيطة للري المتتالي والذي تركب فيه صمامات قياس أوتوماتيكية (عدادات) عند مدخل كل مجموعة من الأنابيب الفرعية .



شكل رقم (٣ـ٢٤) أحد نظم الرى المتتالى

وكذلك تركب علي الأنبوبة الرئيسية صمامات ضغط هيدروليكية خلف المداخل وتتصل صمامات القياس مع الصمامات الهيدروليكية بواسطة أنابيب صغيرة القطر .

وتسمح صمامات القياس بدخول الحجم المطلوب من المياه ثم تفتح الصمامات الهيدروليكية علي الأنبوب الرئيسي ليدخل الماء إلي المجموعة الاولي من الأنابيب الفرعية وبارتفاع الضغط يقفل الصمام الهيدروليكي الاول وعند تمام دخول الحجم المطلوب من المياه يقفل صمام القياس الأوتوماتيكي .. ويبدأ الضغط داخل الأنبوب الرئيسي في الزيادة فيفتح الصمام الهيدروليكي بما يسمح بدخول المياه الي المجموعة الثانية من الأنابيب الفرعية ثم تكرر العملية وبمجرد اكتمال دورة واحدة تعود صمامات القياس الأوتوماتيكية الي حالتها الأصلية وتبدأ الدورة التالية .

ومن النظم الأوتوماتيكية الأكثر تقدما تشغيل الصمامات الهيدروليكية إلكترونيا من وحدات تحكم حقلية تشمل أربعة عناصر رئيسية .

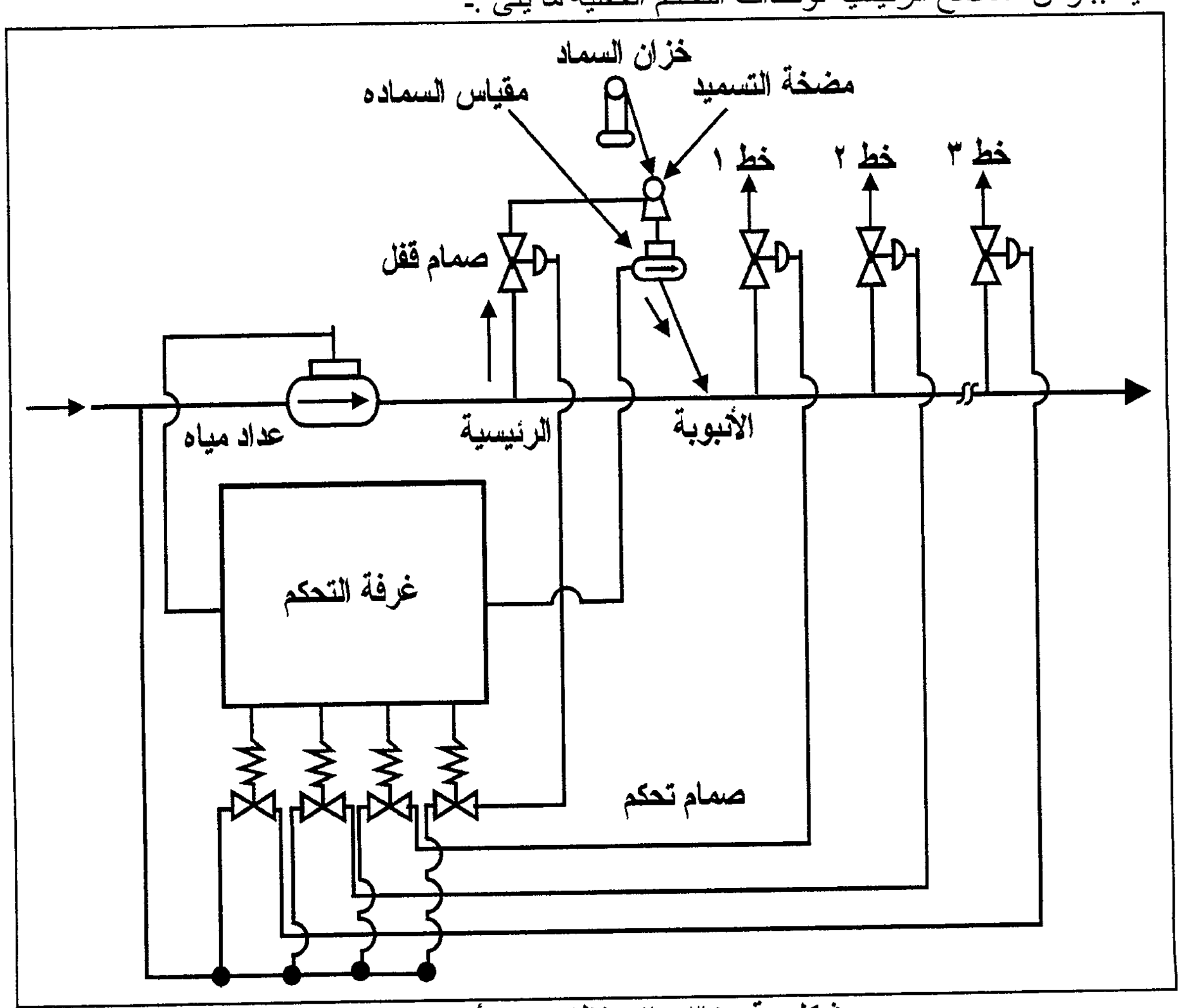
أ - أجهزة القياس التي يمكن عن طريقها قياس كمية المياه التراكمية وتوصيلها الي وحدة تحكم كذلك يمكن قياس كمية الأسمدة التي تضخ من الخزان وتصل الي النظام وتوصيل هذه الكمية الي وحدة التحكم .. ومن الممكن إيضا توصيل أجهزة قياس سرعة الرياح والشد الرطوبي بحيث يتم إيقاف الري بالرش إذا كانت سرعة الرياح كبيرة أو في حالة وصول الشد الرطوبي الي المستوي الذي لا تحتاج النباتات معه الي استمرار الري .

ب - وحدة التحكم الإلكترونية التي تتسلم المعلومات من أجهزة القياس وتقوم بتحليلها لتعطي التعليمات المناسبة الي الصمامات.

ج - الصمامات اللولبية أو الحلزونية التي تتولي تحويل التعليمات الكهربائية التي يتم إستلامها من وحدة التحكم الإلكترونية إلى تعليمات هيدروليكية يتسبب عنها فتح او قفل الصمامات.

د - الصمامات الهيدروليكية تتحكم فى سريان المياه إلى الأنابيب الفرعية أو مجموعة الأنابيب الفرعية التى تعمل مع بعضها فى وقت واحد.

يوضح الشكل رقم (٣-٢٥) أحد النظم الأوتوماتيكية التى يمكن التحكم فيها الكترونيا عن طريق وحدة حقلية .. ومن الملامح الرئيسية لوحدات التحكم الحقلية ما يلى :-



شكل رقم (٣-٢٥) نظام تحكم أوتوماتيكى

أ- البرمجة الأوتوماتيكية للمياه والأسمدة على أساس الحجم أو الزمن.

ب - قياس حجم الماء المستخدم.

ج - القفل الأوتوماتيكى فى حالة توقف وصول المياه بسبب أى نوع من الأعطال.
د - التحكم الأوتوماتيكى فى الرى على أساس الرطوبة والضغط وسرعة الرياح ومعدل التصرف ودرجة الحرارة (وذلك للحماية من الصقيع وارتفاع درجات الحرارة ارتفاعا كبيرا).
هـ - غسل المرشحات.
و - التحكم فى المضخات.
ى - تنشيط الدفق وهو نظام يستخدم للرى بالرش أو التنقيط وفيه يتم تدفق الماء وتوقفه بالتبادل (فعلى سبيل المثال يتدفق الماء لمدة عشرة دقائق ويتوقف لمدة (٥٠) دقيقة فى كل دورة مدتها ساعة ويستمر الرى على دورات حتى يتم إعطاء كمية المياه اللازمة) ويفضل هذا النظام لأن معدلاته الصغيرة تعمل على تحسين تهوية التربة بحيث يمنع تراكم المياه على السطح .. وكذلك تمنع هذه الطريقة التسرب العميق للمياه إلى الخزان الجوفى.

ومن الممكن توصيل عدد من وحدات التحكم الحقلية إلى غرفة تحكم رئيسية يمكن عن طريقها التحكم الكامل من بعد فى جميع عمليات الرى طبقا لبرامج سابقة الإعداد ويمكن أيضا تعديله ليواكب أى تغيرات غير متوقعة فى الظروف الجوية.

٦ - آلات الرى بالرش المتحركة Mobile Sprinkling Machines

أصبحت آلات الرى بالرش المتحركة أكثر شيوعا فى الوقت الحاضر نظرا لأنها تحتاج إلى أقل عماله ممكنة ويوجد العديد من هذه الآلات سنذكر فيما بعد شرح موجز لبعض منها .

أ - النظم التى تتحرك ذاتيا على عجلات جانبية

Self-moved Side – wheel –roll System

وهى عبارة عن أنبوبة من الألومنيوم عليها رشاشات دوارة تعمل كمحور لعجلات موضوعة على مسافات متساوية تصل إلى (٣٠) متر.

ب - الأذرع الرشاشة Boom Sprinkler

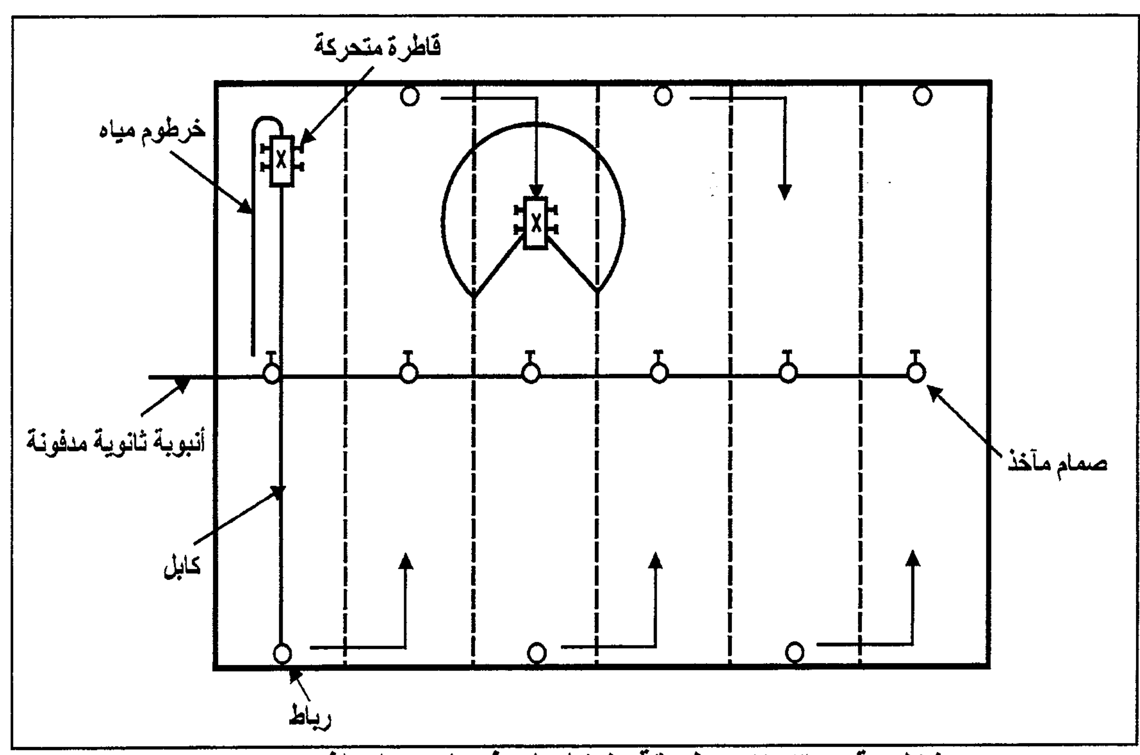
يتكون هذا النظام من ذراع يصل طوله إلى عدة عشرات من الأمتار يحمل من المنتصف على دعامة توضع فوق عربة متحركة ويثبت على طول الذراع رشاشات يتحدد حجم كل منها والمسافات بينها بحيث يكون توزيع المياه على طول الحقل منتظما ويزود طرفى الذراع برشاشات من نوع خاص لتغطية المساحات الركنية ويدور الذراع حول الدعامة بالسرعة المحسوبة.

ج - الرشاش المدفعى المتحرك ذاتيا

Self-propelled Gun-sprinkler Traveler

ويزود هذا النظام برشاش مدفعى يتحرك بشكل مستمر عن طريق توربين يعمل تحت تأثير الضغط المؤثر على المياه وإذا كان هذا الضغط أقل من اللازم فيمكن تدعيم الجهاز بمضخة دفع خاصة لهذا الغرض شكل رقم (٣-٢٦).

ويتصل النظام بمصدر المياه عن طريق أنبوبة طويلة مرنه ملفوفة على بكرة يبلغ قطرها (٥٠ - ١٢٥) مم بينما يتراوح طولها بين (١٥٠ - ٤٥٠) متر والرشاش المدفعى له قدرة إلتفاف ترددية بزاوية تتراوح بين (٣٠° - ٣٣٠°) ويعمل تحت ضاغط تشغيل يتراوح بين (٤ - ١٠) جوى ويصل نصف قطر دائرة الرش به إلى ٥٠ متر.



شكل رقم (٣-٢٦) طريقة تشغيل المدفع المتحرك الذاتى الإدارة

٧ - نظام الرى بالرش المحورى Center Pivot

يتكون نظام الرى بالرش المحورى من أنبوبة واحدة يكون قطرها عادة فى حدود (١٥٠) مم ويصل طولها إلى عدة مئات من الأمتار عليها رشاشات دوارة وتحمل هذه الأنبوبة على أبراج يتراوح ارتفاعها بين (٢-٣) متر وتحمل هذه الأبراج على عجلات مطاطية تتحمل الخدمة الشاقة وتكون المسافة بين الأبراج من (٣٠ - ٦٠) متر .

وتزود بعض الأجهزة بأذرع خاصة تمتد عند الزوايا لرى الأجزاء التى تتخلف من المربعات بسبب الحركة الدورانية للأنبوبة الرئيسية حول محور الارتكاز وكذلك من الممكن تزويد نهاية الأنبوبة برشاشات خاصة يصل رذاذها إلى هذه الزوايا .

ومن المعتاد أن يتم جهاز الرش المحورى لفة كاملة خلال (١٢ - ٩٦) ساعة ويتوقف عمق مياه الرى على سرعة دوران الأنبوبة حول المحور وتصريف الرشاشات ومساحة الأرض المراد تبليلها .

ونظرا لأن الرشاشات التى تكون بالقرب من نهاية الأنبوبة يكون دورانها أسرع والمساحة التى تغطيها أكبر من تلك التى تكون أبعد من النهاية لذلك فإن المعتاد أن تكون الرشاشات أكبر كلما ابتعدت عن المحور أو أن تكون المسافات بينهما أقل بالابتعاد عن هذا المحور.

ولا يوصى باستخدام الرى المحورى للأراضى الثقيلة التى يقل معامل تشربها للمياه ولكن يوصى باستخدامها فى الأراضى الخفيفة القليلة العمق مع زراعة محاصيل مثل الخضراوات أو البطاطس أو الذرة بأنواعها أو بنجر السكر أو العلف أو القمح ويعود السبب فى ذلك إلى أن تزويد التربة بريات عديده وخفيفة يتيح ظروف مناسبة من الرطوبة الأرضية.

ونظم الرى المحورى التى تصمم بعناية تعطى توزيع منتظم للمياه على سطح التربة ومع أن أسعار الأجهزة مرتفعة جدا إلا أن توزيع التكاليف على المدى الطويل يمكن أن تعتبر معه هذه النظم إقتصادية كذلك فإن التكاليف المرتفعة للطاقة اللازمة للتشغيل ينظر إليها أحيانا على أنها من أسباب عدم شيوع إستخدام مثل هذا النظام .

٣-٢-٢-٣-٢ مكونات شبكة الرى بالرش

١ - الرشاشات

تخرج المياه المضغوطة في شبكة الأنابيب من خلال الرشاشات علي صورة رذاذ ينتشر ليروي مساحة من الأرض علي شكل دائرة وتركب هذه الرشاشات علي الخط الفرعي بواسطة أنبوبة رأسية تسمي حامل الرشاش تثبت بواسطة سرج (قفيز) ويبلغ عدد الرشاشات علي الخط الفرعي من (١٠) الي (١٥) رشاشا ويجب ألا يزيد هذا العدد عن (٢٠) رشاش حتي لا يقل الضغط في رشاشات نهاية الخط عن بدايته مما يؤدى الي عدم تجانس التوزيع في المياه .

ويتحرك الرشاش حول محورة نتيجة قوة دفع المياه المضغوطة في الشبكة وتؤدي هذه الحركة الدائرية والمياه الي تغطية نحو (٦٥٪) من قطر دائرة الرش في حالة تدنى سرعة الرياح لذلك يراعي في نظام توزيع الرشاشات أن يحدث تداخل بين دوائر تأثير الرشاشات المتجاورة .

وقد بدأت نظم الري بالرش باستخدام الأنابيب المثقبة حين لم تكن الرشاشات قد عرفت بعد وفيها يخرج الماء في عدة اتجاهات وبعدة زوايا ليروى مساحة مستطيلة عرضها حوالى عشرة أمتار بكامل طول الأنبوبة وتعمل مثل هذه الأنابيب تحت ضغط (٠,٧ - ٣,٥) جوى وتعطى فى العادة تصرف لا يقل عن (١٠مم / ساعة) وهناك العديد من أنواع الرشاشات التى يشيع استخدامها فى الوقت الحاضر نذكر منها الأنواع التالى بيانها وهى :

أ - الرشاشات الدوارة Rotating Impact Spriklers

والفكرة فيها أن رأس الرشاش الذى يحتوى على فوهة واحدة أو أكثر تدور حول المحور الرئيسى نتيجة لشدة إندفاع الماء أو لوجود عاكس تربينى ثابت أمام أحد الفوهات تصطدم به المياه المندفعة مما يؤدى إلى دورانه بانتظام وسرعة تتوقف على التصميم الهندسى وقاعدة الدوران.

ويتوقف تصرف الرشاش على قطر كل فوهة والضاغط المائى ويتراوح قطر الفوهة بين (١,٥ - ٥ مم) أما الضاغط فيكون أقل من (٢) جوى فى الرشاشات التى تعمل تحت ضغط منخفض ويتراوح بين (٢-٤) جوى فى رشاشات الضغط المتوسط بينما يصل الضغط إلى (٤-٧) ضغط جوى فى رشاشات الضغط المرتفع .

يتراوح تصريف الرشاش بين (١ - ٢ م^{3} / ساعة) ويصل إلى (٢٠٠ م^{3} / ساعة) ويغطى دائرة يتراوح قطرها بين (٦ - ١٨٠ متر) .

ب - الرشاشات الصغيرة والمتوسطة Medium and Low-rate Sprinklers

وتعمـل تحـت ضـغط متوسـط يتراوح بـين (٢-٤) جوى لتعـطى تصـرف يتـراوح بيـن (٠,٥ - ٥ م^{٣} / ساعة) وتغطى دائرة قطرها من (١٠ - ٤٠ متر) .

ج - الرشاشات المصغرة Mini-Sprinklers

تتناسب هذه الرشاشات مع متطلبات الرى الخاصة مثل رى الخضروات تحت الأنفاق البلاستيكية ورى الأشجار بما لا يسمح بتراكم الأملاح على سطح التربة مع بقاء المسافة بين الأشجار جافة ويتراوح تصرف الرشاشات المصغرة بين (٣٠- ٣٠٠ لتر / ساعة) وتغطى دائرة قطرها بين (٤ - ١٠ متر) وتحتاج إلى ضاغط يتراوح بين (١-٣ جوى) ويثبت الرشاش رأسيا فى الأرض بواسطة حربه مصنوعة من البلاستيك .

د - الرشاش المدفعى Gun Sprinkler

وهو رشاش لا يقل قطر فوهته عن (٢٠ مم) ويبلـغ مداه حـوالى (١٠٠ متر) ويتراوح تصـرفه بين (٢٥ - ٣٥ م^{٣} / ساعة) ويحتاج تشغيله إلى ضاغط يتراوح بين (٤ -٧ جوى) ويناسب هذا النوع من الرشاشات الأراضى الرملية الخشنة حيث أنها لا تنضغط ولا تتكون القشرة السطحية المندمجة على سطحها بعد الرش كما يناسب هذا الرشاش محاصيل العلف وأشجار بساتين الفاكهة فى غير موسم التزهير نظرا للتصرف العالى وكبر حجم قطرات المياه التى تتناثر منه لتصل إلى التربة أو أوراق المحصول بقوة سقوط أكبر من الرشاشات العادية.

هـ - الرشاشات ذات الرأس الثابتة Fixed Head Sprinklers

وتتميز بأنها لاتحتوي علي أجزاء متحركة وتعمل بضاغط مائي يتراوح بين (٠,٣٥- ٥,٥ جوي) ويصل تصرفها الي (١٥-٢٠م٣/ساعة) وفي هذه الرشاشات يصطدم التيار الرأسي المندفع من رأس الرشاش بالمخروط المنعكس المثبت اعلي الفوهة فيرتد الماء علي هيئة مخروط مائي مفلطح محدود المساحة ويصلح هذا الرشاش للملاعب والحدائق وبساتين الفاكهة .

٢- الأنابيب الفرعية

تستمد الأنابيب الفرعية المياه من الأنابيب الرئيسية عن طريق وصلة علي شكل حرف (T)ويتراوح أقطارها بين (٤٠ -١١٠مم) وغالبا ماتكون من البولي فينيل كلوريد (PVC) أو من البولي إيثيلين (PE).

والأنابيب الفرعية إما متنقلة أوثابته كما هو الحال في ري بساتين الفاكهة وتركب الرشاشات علي الخطوط الفرعية عن طريق مواسير رأسية (قوائم) يختلف إرتفاعها حسب طول المحصول المطلوب ريه .

٣- الأنابيب الرئيسية

تصل الأنابيب الرئيسية بالمياه من المصدر الي الأنابيب الفرعية وتتراوح أقطارها بين (٧٥ -٤٠٠مم) وتصمم بحيث تتحمل الضغوط التي تقع عليها ولا تقل عن (٤جوي) في أغلب الأحوال .

وقد كان من الشائع إستخدام المواسير الحديدية وتلك المصنوعة من الألومنيوم إلا أن دخول مادة البولي فينيل كلوريد) (PVC) فى العديد من مجالات الرى والصرف أدى إلى إنتشار إستخدامها وذلك للأسباب الآتية:

- المتانة العالية والقدرة على تحمل ضغوط مرتفعة.
- عدم التآكل أو التعرض للصدأ أو التفاعل مع العناصر الكيميائية المختلفة.
- نعومة ملمس السطح الداخلى مما يقلل من الفاقد بالإحتكاك .
- سهولة التركيب بواسطة المواد اللاصقة للأقطار الصغيرة (٢٠ - ٢٠٠ مم) والحلقات المطاطية (الجوانات) للأقطار الكبيرة (١٠٠ - ٤٠٠ مم).
- خفة الوزن حيث يصل وزن المتر من المواسير قطر (١/٢) بوصة إلى حوالى (٠,٢٥) كيلوجرام بينما يبلغ وزن المتر الطولى من المواسير قطر (١,٠) بوصة حوالى (١,٢٥) كيلوجرام وتنتج هذه المواسير على شكل وصلات طول كل منها (٦) متر وليس من الضرورى أن يكون قطر الماسورة ثابتا على طول الخط بل يمكن أن يتغير تبعا لتغير التصرف الذى يمر به.

٤ - الأجزاء الإضافية

أ - الصمامات (المحابس)

ويوجد منها العديد على طول الشبكة مثل :

- الصمام الرئيسى ويوضع فى بداية الشبكة والغرض منه فتح أو قفل المياه إلى أو عن النظام بأكمله.
- صمام خط الرشاشات ويركب عند بداية كل خط فرعى.
- صمام تخفيف الضغط ويركب بعد المضخة مباشرة والغرض منه تخفيف الضغط الزائد عن ضغط التشغيل المطلوب ويعمل آليا.
- صمام تفريغ الهواء ويوضع فى الأماكن المرتفعة من الخط بحيث يسمح بطرد الهواء من الأنبوبة مما يقلل من إحتمالات إنفجارها.
- صمام عدم إرتداد ويوضع عادة على ماسورة طرد المضخة ليحفظ أعلى من منسوب المضخة مما يسهل من عمليتى التحضير والتشغيل.

ب - المنظمات

- منظم الضغط ويركب عند بداية الخط الرئيسى والخطوط الفرعية ويعمل على ضبط الضغوط لتكون قريبة من الضغوط التصميمية.
- منظم التصرف ويمكن أن يضبط يدويا أو أوتوماتيكيا ليتحكم فى التصرف المار إلى الشبكة أو أى جزء منها طبقا للبرنامج التصميمى المطلوب.

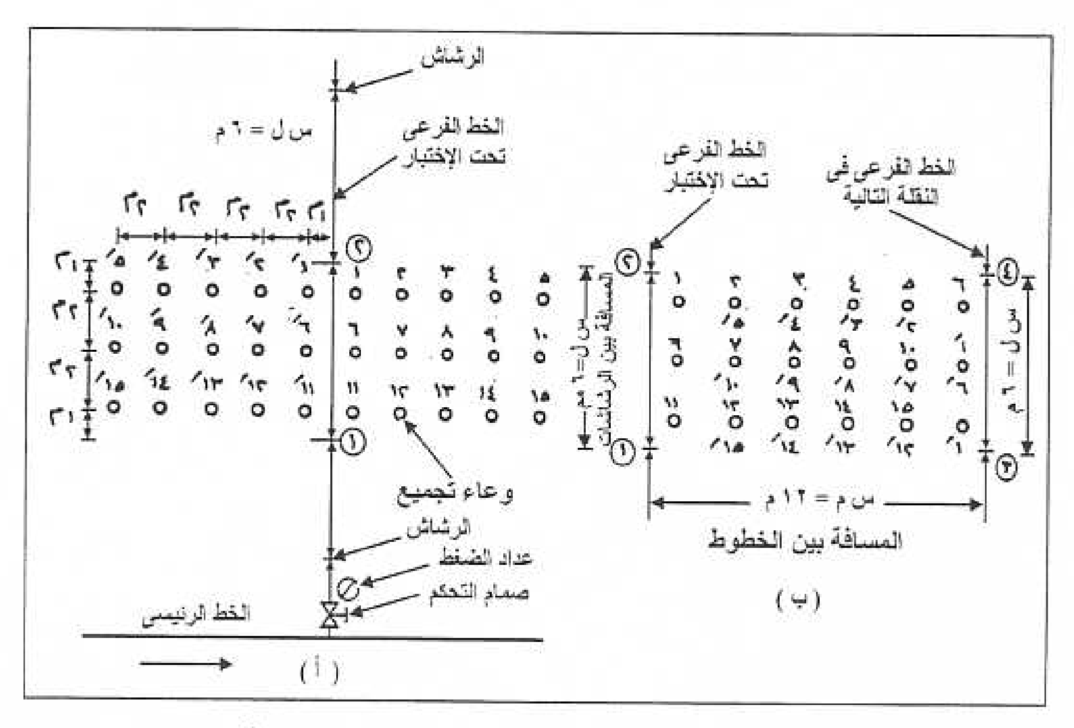
٣-٢-٣-٢-٣ أسس تشغيل نظم الرى بالرش

يتكون نظام الرى بالرش من مجموعة من الأنابيب والرشاشات تنتقل خلالها المياه إلى فوهة الرشاشات حيث يتحول الضغط إلى سرعة تعمل على تقسيم المياه إلى حبيبات ذات أحجام مختلفة تسقط حول كل رشاش على شكل دائرة إذا كانت سرعة الرياح صغيرة أو إذا لم يكن هناك رياح على الإطلاق أما إذا كانت سرعة الرياح كبيرة فإن هذه الدائرة تنزاح بعيدا عن الرشاش فى إتجاه الرياح السائدة مما يعمل على تشتيت ذرات المياه وعدم سقوطها فى المواقع المحددة لها.

تتوقف المساحة المبتلة من الأرض وتوزيع المياه فوقها على ضغط التشغيل ونوع وزاوية وقطر فوهة الرشاش أو فوهاته إذا كان له أكثر من فوهة واحدة فعند ضغط معين يزيد حجم قطرات المياه بزيادة قطر الفوهة وبالنسبة لقطر فوهة معين يزيد حجم قطرات المياه مع إنخفاض الضغط وتسقط القطرات الكبيرة الحجم بعيدا عن الرشاش بينما تسقط القطرات الصغيرة بالقرب من الرشاش.
ومن العوامل الأخرى التى تؤثر على توزيع المياه على سطح الأرض ميكانيكية النظام وسرعة الدورات وإرتفاع القائم الذى يركب عليه الرشاش وسرعة إتجاه الرياح.

أ ـ أنماط التوزيع

يمثل نمط التوزيع عمق المياه التى تجمع فى أوعية توضع على مسافات على طول قطر الرمى بالنسبة لموقع الرشاش وعادة ما يكون نمط التوزيع متماثلا فى حالة عدم وجود الريح أو عند السرعات الصغيرة للرياح حول الرشاش نفسه أما إذا كانت سرعة الرياح كبيرة فإن هذا التماثل يفقد طبيعته كذلك فإن الضغط الزائد عن الحد والضغط المنخفض يؤثران سلبيا على نمط التوزيع فعند الضغط المنخفض يقل قطر المساحة المبتلة ويزيد عدد قطرات المياه الكبيرة الحجم أما إذا كان الضغط زائدا عن الحد فإن قطر المساحة المبتلة يكون كبيرا وتصبح نسـبة كبيرة من القطرات متناهية فى الصغر (أنظر الشكل رقم (٣ـ٢٧) ، (٣ـ٢٨)).



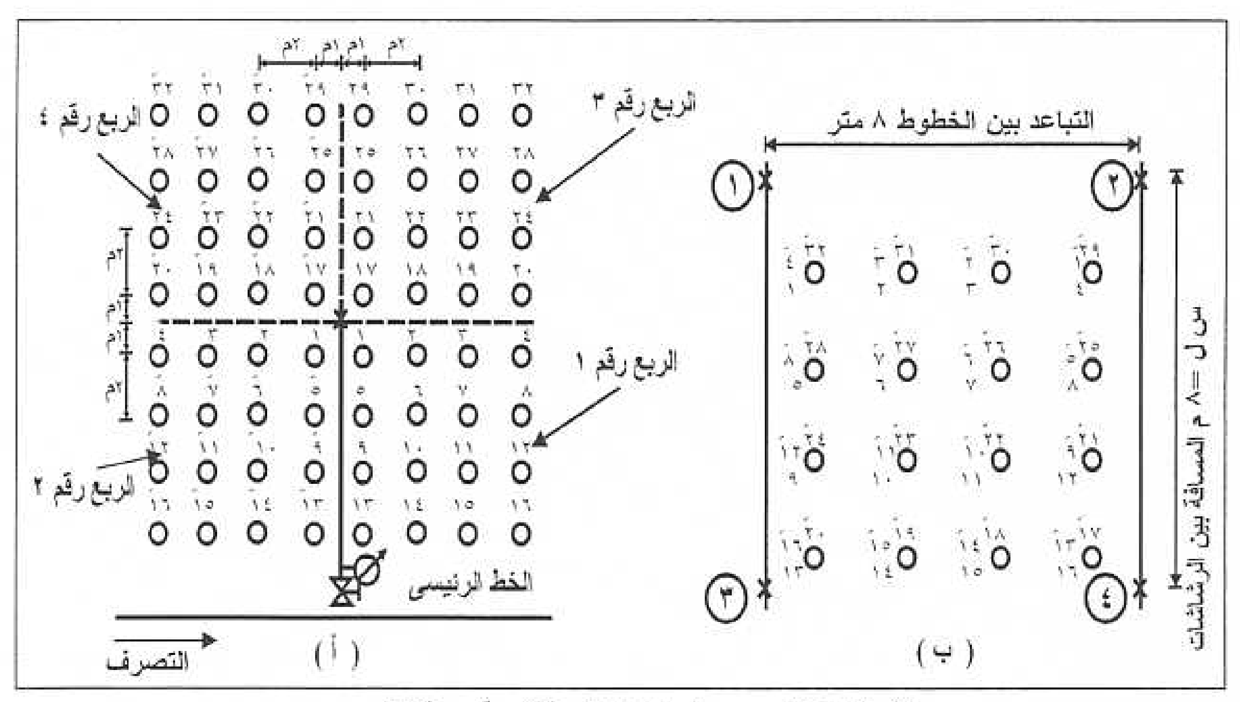
شكل رقم (٣ـ٢٧) قياس إنتظامية التوزيع باستخدام خط فرعى واحد
أ ـ تخطيط الحقل التجريبى (س ل = ٦ م) المسافة بين الرشاشات
ب ـ تحليل إختبار الحقل (التباعد بين الخطوط ١٢ متر والمسافة بين الرشاشات ٦متر)

ب ـ التداخل والتباعد

من الشائع التعبير عن نظام التوزيع بين الرشاشات بمعامل الإنتظام فعندما تزيد قيمة هذا المعامل عن رقم إختيارى معين يعتبر إنتظام التوزيع مقبولا ولكى يكون التوزيع منتظما يلزم وجود تداخل بين أنماط لتوزيع للرشاشات المتجاورة وهذه بالتالى تتوقف كما سبق أن ذكرنا على نوع الرشاش والفوهات والضغط وظروف الرياح.

ويمكن الحصول على توزيع منتظم علميا عندما يكون التباعد بين الخطوط يعادل من (٦٠ - ٦٥٪) من قطر الإبتلال وعندما يكون التباعد بين الرشاشات يعادل (٤٠٪) من قطر الإبتلال بالنسبة للرشاشات ذات الفوهة الواحدة أما الرشاشات ذات الفوهتين فإن الأرقـــام المقابلة تكون (٧٠ - ٧٥٪) و (٤٠٪) من قطر الإبتلال على الترتيب.

ونظرا لأن الرياح تؤثر فى إنتظام توزيع المياه على ســـطح التربة لذلك يوصى بتقليل التبـــاعد بمقدار (١٠٪) إذا تراوحت سرعة الرياح بين (٣ - ٦ كيلومتر / ساعة) وبمقدار (٣٠ - ٣٥٪) إذا تراوحت سرعة الرياح بين (٦ - ١٢ كيلومتر / ساعة).



الأرقام تمثل حجم المياه المقاسة فى أوعية التجميع

شكل رقم (٣-٢٨) قياس إنتظامية التوزيع بإستخدام رشاش واحد

أ - تخطيط الحقل التجريبى

ب - تحليل إختبار الحقل (التباعد بين الخطوط ٨ متر والمسافة بين الرشاشات ٨ متر)

ج - معدل التطبيق

يتوقف تصريف الرشاش على إتساع الفوهة والضغط اللازم لتشغيله ويعرف معدل التطبيق بأنه ناتج توزيع تصريف الرشاش على مساحة تعادل التباعد بين الخطوط مضروبا فى التباعد بين الرشاشات.

ومن الممكن أن يكون معدل التطبيق كبيرا إذا كانت التربة ثقيلة وذات إنحدارات كبيرة مما ينتج عنه تغدق بعض المواقع وسريان المياه سطحيا فوق البعض الآخر لذلك فإنه من المهم أن يكون معدل التطبيق أقل من من معدل التسرب .

$$\text{أى أن معدل التطبيق} = \frac{\text{تصريف الرشاش}}{\text{المسافة بين الخطوط} \times \text{المسافة بين الرشاشات}}$$

ويستخدم معدل التطبيق فى حساب عدد ساعات الرى وذلك بقسمة كمية المياه التى يحتاج إليها الحقل كعمق بالمم على معدل التطبيق بالمم / ساعة .

$$\text{أى أن عدد الساعات المطلوبة للرى} = \frac{\text{عمق المياه المطلوبة للرى (مم)}}{\text{معدل التطبيق (مم / ساعة)}}$$

د - الإختبارات الحقلية ومعامل التوزيع

يقدر إنتظام التوزيع من الرشاشات عن طريق إختبارات حقلية يتم فيها تجميع المياه فى أوعية موضوعة على مسافات محددة من الرشاشات فى الإتجاهات المختلفة.

وعادة ما تجرى إختبارات الحقل على خط واحد أو على رشاش واحد فى مساحة مستوية بها صرف كافى وفى هذه الحالة يكون الخط ذو قطر كافى حيث يقلل الفاقد بالإحتكاك ويزود فى بدايته بصمام ومقياس أو منظم للتحكم فى ضغط الإختبار .

وعادة ما توزع الأوعية على بعد (٢,٠ متر) على جانبى الرشاشات وتزود بقمع مخروطى لتقليل البخر وتكون حافة الأوعية على بعد (٠,٦ متر) من مستوى الرشاش وتستمر التجربة لفترة زمنية كافية لتجميع كمية وفيرة من المياه فى كل وعاء وعادة ما تكون هذه الفترة فى حدود ساعتين .

وخلال التجربة تسجل سرعة وإتجاه الرياح دوريا حيث يفضل أن تكون سرعة الرياح خلال التجربة منخفضة لذا يفضل أن تتم التجربة فى الصباح المبكر أو متأخرا بعد الظهر ليس لهذا السبب فقط ولكن لتقليل الفاقد بالبخر من الرزاز المتطاير .

ومن الطبيعى أن تكون نتائج الإختبارات الحقلية تقريبية إذا قورنت بالواقع فى الحقل وذلك للأسباب الآتية: -

أ - إختلاف إرتفاع القوائم فى الحقول عنها فى الإختبارات .

ب - الإختلاف بين سرعة دوران الرشاشات المستعملة عنها فى الرشاشات الجديدة .

ج - الإختلاف بين الضغط الفعلى على مستوى الحقل والضغط تحت التحكم فى حالة التجارب الحقلية.

د - عادة ما يكتفى بتجربة واحدة كإختبار ولا تعاد إلا إذا كان المراد عمل أبحاث على نوع معين من الرشاشات وذلك نظرا للتكاليف الكبيرة والعمالة والوقت الذى تستغرقه كل تجربة وفى الغالب لا تكون التجربة الواحدة ممثلة للواقع.

هـ - هناك أدلة على أن إنتظام التوزيع يتحسن بزيادة زمن الرى كذلك هناك أدلة على أن إنتظام التوزيع يتحسن بزيادة عدد الريات .

و - قد يؤدى إختلاف ظروف الرياح فى منطقة التجربة عن الواقع فى الحقل إلى إختلاف إنتظام التوزيع وحتى الرياح ذات السرعات المتساوية والإتجاهات المتماثلة من الممكن أن ينتج عنها أنماط مختلفة من التوزيع ومن المعتاد إعتبار معامل التوزيع الذى يزيد عن أو يساوى ٨٠٪ هو أقل قيمة مقبولة لأغراض التصميم .

٣-٢-٢-٣-٢-٤ قواعد وأسس تصميم الرى بالرش

أ - الكفاءة التصميمية للنظام

يحدث تحت ظروف إستخدام الرى بالرش فقد للمياه بسبب البخر والتشتت الناتج عن إزدياد سرعة الرياح ويؤدى ذلك بطبيعة الحال إلى إنخفاض كفاءة النظام وهنا يلزم تعويض هذه الفواقد فى مرحلة التصميم بحيث يمكن تقدير كفاءة تصميم مرتفعة له.

وتتأثر هذه الفواقد بمجموعة من العوامل التى تتغير بشكل مستمر خلال موسم النمو مثل درجة الحرارة والرطوبة النسبية والإشعاع وسرعة الرياح ونوع المحصول وحجم حبيبات المياه ويتسبب ذلك فى صعوبة التنبؤ بحجم الفواقد المائية لذلك فإن الكفاءة التصميمية تفترض عادة على أساس قيم متوسطة لفترة أقصى الإحتياجات من موسم نمو المحصول وتسمى الكفاءة التى تعتمد على الفواقد التى تنتج عن البخر والتشتت بواسطة الرياح بكفاءة الرذاذ.

كذلك فإن إضافة كمية المياه اللازمة فقط لإستهلاك النبات ينتج عنها توزيع مكانى غير منتظم للرطوبة على مستوى الحقل فإذا أريد زيادة إنتظام هذا التوزيع فى الرطوبة فإنه يلزم إضافة كمية من المياه تزيد عن تلك التى يستهلكها النبات فعليا ومن ثم تكون كفاءة التوزيع المنتظم مساوية لكمية المياه التى يفترض أن يستهلكها النبات مقسومة على كمية المياه التى تنتشر على سطح الأرض.

وتكون الكفاءة التصميمية للنظام مساوية لكفاءة الرذاذ مضروبة فى كفاءة التوزيع المنتظم.

ومن المعتاد أن تتراوح هذه الكفاءة خلال ساعات النهار بين (٦٥٪) فى المناطق التى تكون الظروف المناخية فيها متطرفة إلى حوالى (٧٥٪) لتلك ذات المناخ المعتدل أما الكفاءة خلال ساعات الليل فيمكن أن تصل إلى (٨٥ - ٩٠٪) .

وعند تحديد الكفاءة التصميمية للنظام يمكن الحصول على الإحتياجات المائية الكلية من المعادلة الآتية :

$$\text{الإحتياجات المائية الكلية} = \frac{\text{الإحتياجات المائية الصافية}}{\text{الكفاءة التصميمية}} \qquad (٣-١١)$$

ب - تصميم الأنابيب الفرعية

تعمل الأنبوبة الفرعية كأنبوبة عليها مخارج متعددة على مسافات متساوية يقل فيها معدل التصريف بالإبتعاد عن بدايتها ويزيد الفاقد بالإحتكاك بالإقتراب من نهايتها ويفترض أن متوسط ضغط التشغيل على طول الأنبوبة الفرعية يساوى ضغط تشغيل الرشاش الذى يقع على بعد (٥ / ٢) من بداية الخط فى إتجاه النهاية (للسهولة يمكن أعتبار هذا الرشاش فى منتصف الخط) وعند هذه النقطة يكون ثلاثة أرباع الفاقد بالضغط قد تبدد .

وإذا كانت الأنبوبة الفرعية منحدرة بشدة إلى أسفل فمن الممكن أن يكون الضاغط فى نهايتها أكبر من ذلك عند المدخل فى البداية ... ومن الممكن إثبات أن النسبة بين التصرفات عند أى نقطتين على طول الأنبوبة الفرعية تتناسب مع الجذر التربيعى للنسبة بين الضاغط عن نفس النقطتين أى أن :

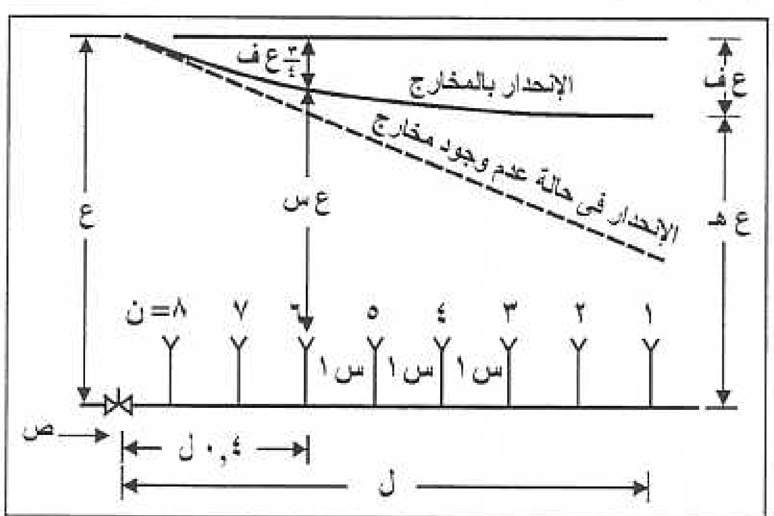
$$\frac{ص_ن}{ص_١} = \sqrt{\frac{ط_ن}{ط_١}}$$

حيث $ص_ن$ ، $ص_١$ هو التصرف عند النقطتين ن،١ & $ط_ن$ ، $ط_١$ هو الضاغط المقابل عند هاتين النقطتين

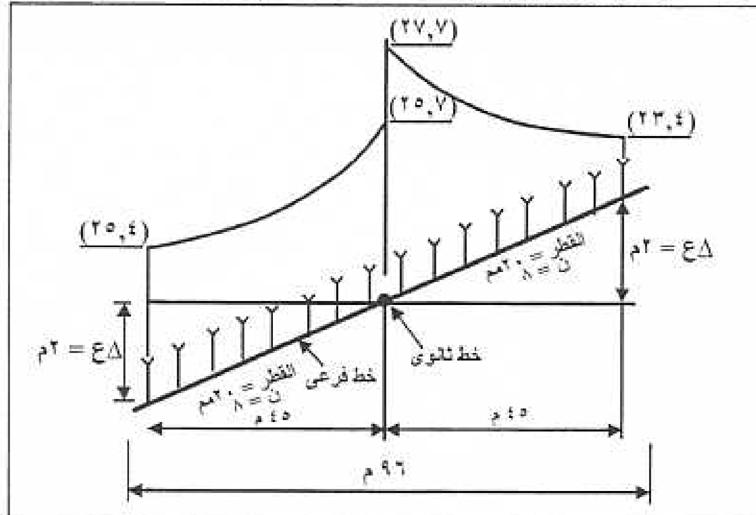
وبمعرفة تصرف الرشاش وضغط التشغيل عند أى نقطة يمكن تحديد تصرف وضغط التشغيل للرشاش الأخير على الخط وساعتها يمكن إختيار الرشاش المناسب من كتالوجات المنتج.

ومن المعتاد إهمال الفاقد بالإحتكاك الناتج عن الوصلات السريعة الفك والتركيب حيث ثبت من التجارب الحقلية أن نسبة هذا الفاقد لا تزيد عن (٥ ـ ٦٪) من الفاقد الكلى.

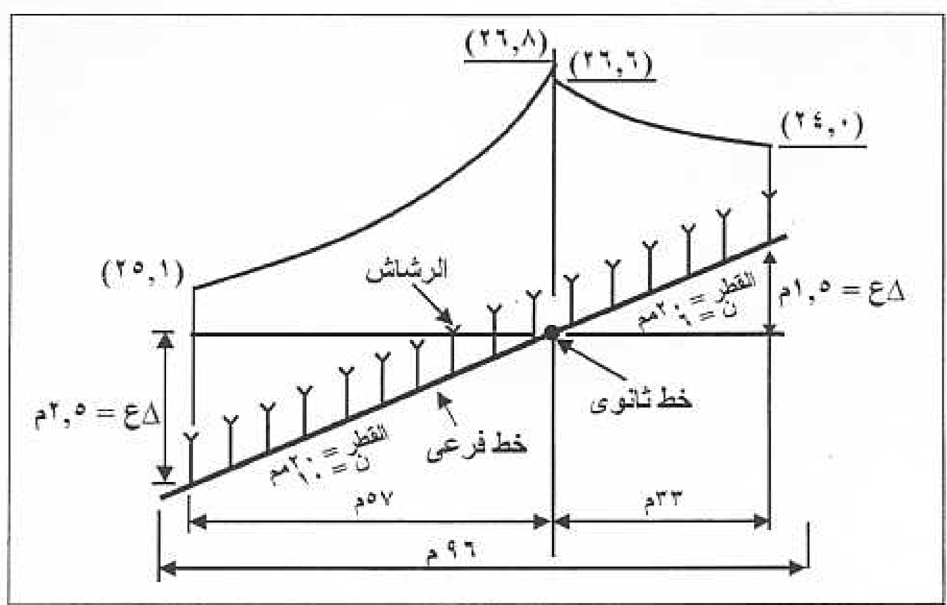
ومن الممارسات الشائعة ألا يزيد الفرق فى التصرف بين الرشاشات عن (١٠٪) وبذلك يكون الفرق المسموح فى ضغط التشغيل فى حدود (٢٠٪) وذلك بناء على المعادلة الموضحة بعاليه فإذا زاد الفرق بين ضغط التشغيل عن (٢٠٪) فإنه يلزم فى هذه الحالة زيادة قطر الأنبوبة أو تقليل طولها لذلك فإن قطر الأنبوبة يحدد أولا طبقا لقاعدة (٢٠٪) (أى يكون الفرق فى ضغط التشغيل فى حدود ٢٠٪) وإذا زاد الضغط عن ذلك يركب منظم للضغط عند بداية الأنبوبة لهذا الغرض. أنظر الأشكال رقم (٣-٢٩)، (٣-٣٠) ، (٣-٣١).



شكل رقم (٣-٢٩) الإنحدار الهيدروليكى فى حالة وجود وعدم وجود مخارج على طول أنبوبة أفقية



شكل رقم (٣-٣٠) الإنحدار الهيدروليكى لخطين فرعيين عندما يكون الخط الثانوى فى المنتصف



شكل رقم (٣-٣١) الإنحدار الهيدروليكى لخطين فرعيين عندما يكون الخط الثانوى على يمين المحور

تحديد أكبر عدد من الخطوط الفرعية التى يمكن تشغيلها فى نفس الوقت

لكى يمكن تصميم الأنابيب الثانوية والرئيسية فإنه يلزم معرفة البيانات الآتية:

- الضاغط الرأسى عند مدخل الأنبوبة الفرعية (أو الأنابيب الفرعية)
- التصريفات التى يمكن أن تحملها الأنابيب

ولمعرفة البيان الأخير يلزم تحديد عدد الخطوط الفرعية التى يمكن تشغيلها فى وقت واحد وأيضا تحديد ترتيب تشغيلها على طول الخط الثانوى.

ولتحديد عدد هذه الخطوط يلزم أخذ العوامل الأتية فى الاعتبار:

- الإحتياجات المائية وفترات الرى للمحاصيل المختلفة.
- أطوال الأنابيب الثانوية.
- التباعد بين الأنابيب الفرعية.
- عدد الريات خلال اليوم.
- عدد ساعات الرى خلال اليوم الواحد.

ويمكن حساب أكبر عدد من هذه الخطوط الفرعية التى يمكن تشغيلها فى نفس الوقت طبقا للقواعد الآتية:

$$\text{عدد نقلات الخطوط الفرعية} = \frac{\text{طول الأنبوبة الثانوية}}{\text{التباعد بين الأنابيب الفرعية}} \text{ (× ٢ إذا كانت الأنبوبة الثانوية فى منتصف الحقل)}$$

$$\text{فترة الرى باليوم} = \frac{\text{الإستهلاك المائى الصافى}}{\text{معدل البخر والنتح اليومى}}$$

$$\text{عدد الأنابيب الفرعية التى يمكن تشغيلها فى نفس الوقت} = \frac{\text{عدد النقلات}}{\text{فترة الرى التصميمية}}$$

وتختلف فترة الرى التصميمية عن فترة الرى المحسوبة بطرح بعض الأيام من الفترة الأخيرة يتم خلالها تنفيذ العمليات الزراعية المختلفة (التسميد - نزع الحشائش - التقليم .... إلخ)

فإذا كان عدد الريات خلال اليوم الواحد يزيد عن الواحد الصحيح (أى الرى مرتين يوميا على سبيل المثال) فإن :

عدد الأنابيب الفرعية التى يمكن تشغيلها فى نفس الوقت =

$$\frac{\text{العدد السابق الحصول عليه من المعادلة السابقة}}{\text{عدد الريات خلال اليوم الواحد}} \qquad (١٢-٣)$$

ترتيب تشغيل الأنابيب الفرعية على طول الخطوط الثانوية

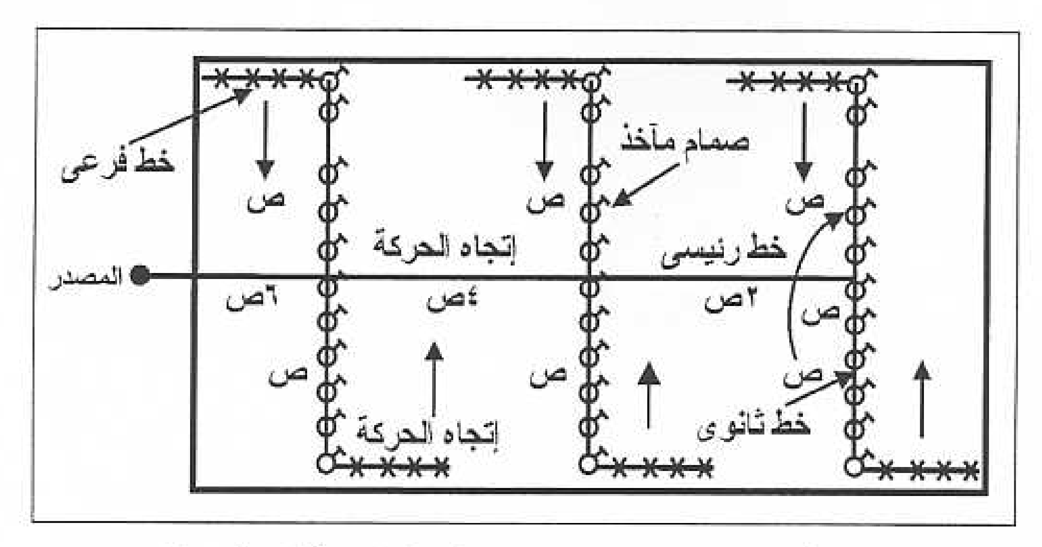
بعد معرفة أكبر عدد من الأنابيب الفرعية التى يمكن تشغيلها على طول الخط الثانوى يلزم تحديد الترتيب الذى ستعمل به هذه الأنابيب حتى يمكن حساب التصرف الذى سيصمم عليه قطاع الأنبوبة الثانوية ومتى تم عمل هذا التصميم فإنه يجب الإلتزام بالأسس التى تم البناء عليها وإلاحدث إختلاف فى الضغوط عند تشغيل النظام.

وبإعتبار حقل مستوى به أنبوبة ثانوية مدفونة وسط الحقل يتم تشغيل خطى أنابيب فرعية تصرف كل منها (ص) فى نفس الوقت لذلك فإن قطاع الأنبوبة الثانوية تصمم على أساس تمرير تصرف مقداره (٢ص) وذلك إذا كان الرى يتم على مستوى الحقل ككل - أما إذا كان الرى سيتم على نصف الحقل فقط فمن الممكن فى هذه الحالة تصميم النصف الأول من الأنبوبة الثانوية على اساس تصرف مقداره (٢ص) والنصف الثانى على أساس تصرف مقداره (ص) فقط مما يقلل من القطر فى هذا النصف وبالتالى من تكاليف التوريد والتركيب.

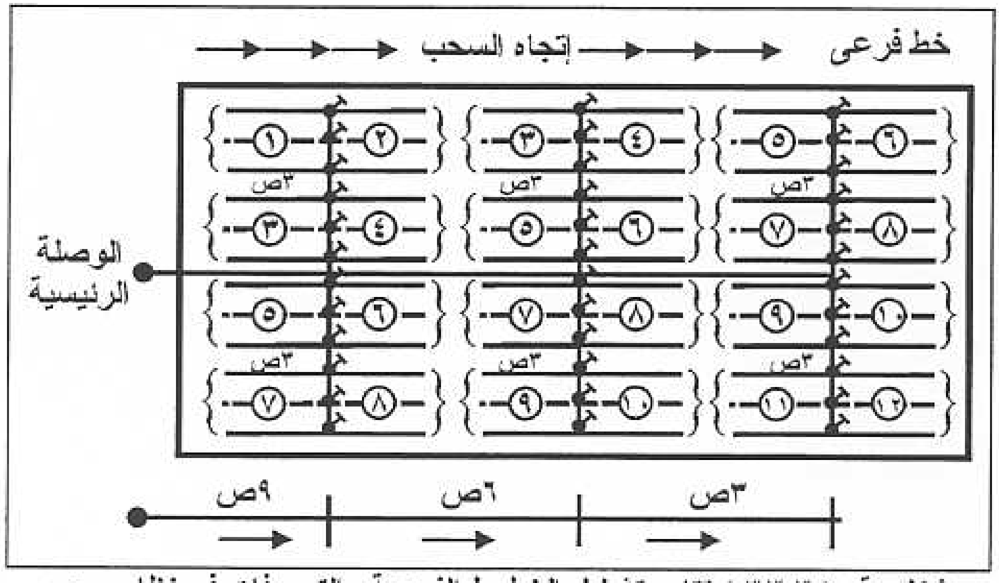
ومن الممكن أيضا تشغيل أربعة انابيب فرعية لتغطى كل منها ربع الطول على الأنبوبة الثانوية وفى هذه الحالة يكون التصريف المقابل من بداية الأنبوبة الثانوية هو ٤ص ، ٣ص ، ٢ص ، ص فإذا تم تشغيل إثنين من الأنابيب الفرعية فى نفس الوقت يكون التصرف المقابل هو ٤ص ، ٢ص وهكذا....

ويتم إختيار الأبعاد الإقتصادية للأنبوبة الثانوية بناء على التصرف الأقصى الذى يمر خلال قطاعها وأيضا على الضاغط الرأسى الأقصى الذى يمكن أن تتعرض له.

ولكى يؤكد إتباع القائمين على الرى لقواعد وأسس التصميم يلزم وضع قائمة بالتعليمات تشتمل بالإضافة إلى ترتيب التشغيل معلومات عن قطر الأنابيب الفرعية والضاغط عند مدخلها وعدد ساعات التشغيل وعدد مرات الرى يوميا والإحتياجات المائية الكلية التصميمية والفترة التصميمية بين الريات. أنظر شكل رقم (٣-٣٢) ، (٣-٣٣).



شكل رقم (٣-٣٢) تتابع تشغيل الخطوط الفرعية فى نظام نقالى



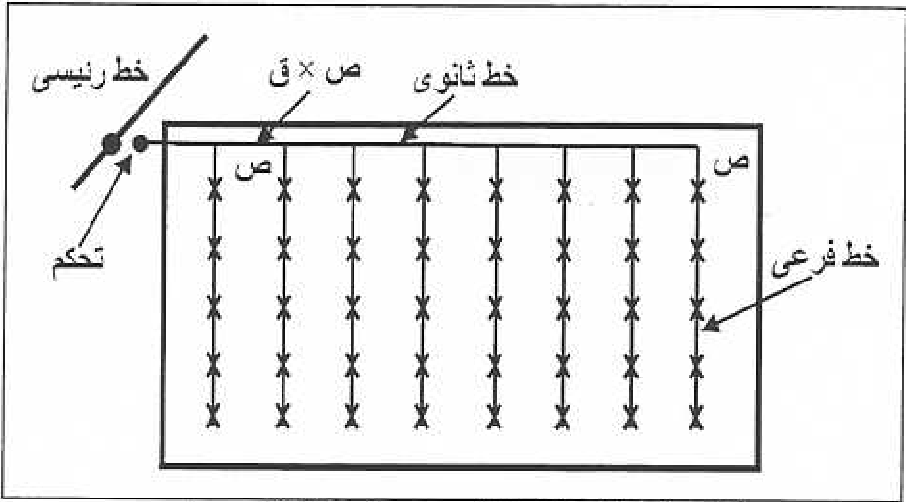
شكل رقم (٣-٣٣) تتابع تشغيل الخطوط الفرعية والتصرفات فى نظام سحب

ج- تصميم الأنبوبة الثانوية

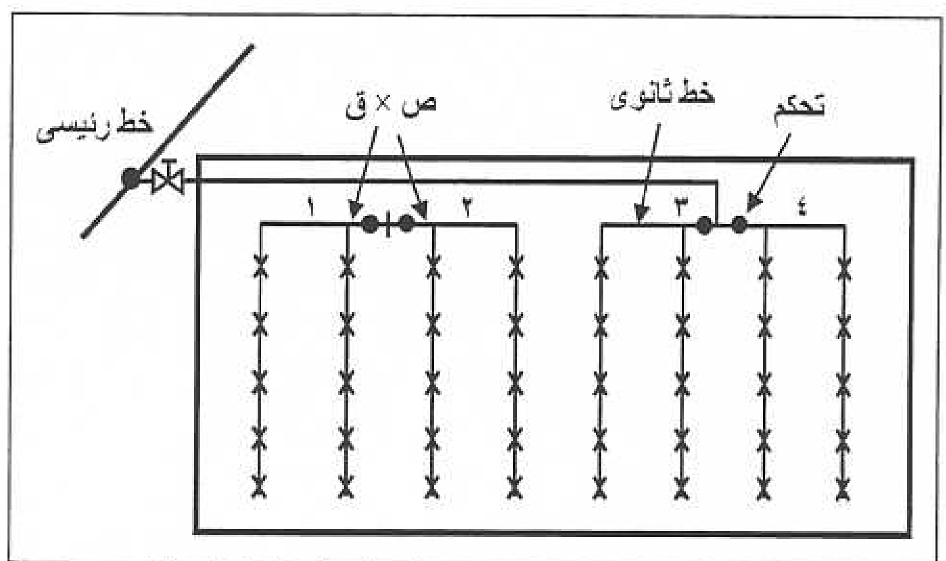
يبدأ تصميم الأنبوبة الثانوية بإعداد رسم توضيحى مبينا عليه متى يتم تشغيل الأنابيب الفرعية ثم توضع هذه البيانات فى جدول يتم فيه ترتيب التصرف المار فى كل قطاع تصاعديا مع إيضاح الميل فى سطح الأرض ومقدار الفاقد بالإحتكاك.

تصنع أنابيب الخطوط الثانوية عادة من البولى إيثيلين أو البولى فينيل كلوريد وتتراوح أقطارها بين (٢٠ - ٨٠ مم) ويتوقف إختيار قطر هذه الأنابيب على التصميم الهيدروليكى (التصريف والضاغط) من ناحية وعلى نوع الوصلة المستخدمة للربط بين الأنبوبة الفرعية والأنبوبة الثانوية من ناحية أخرى وفى بعض الأحيان تختار أنابيب من أقطار أكبر من اللازم فى حالة إستخدام وصلات يتم تثبيتها بالكبس .

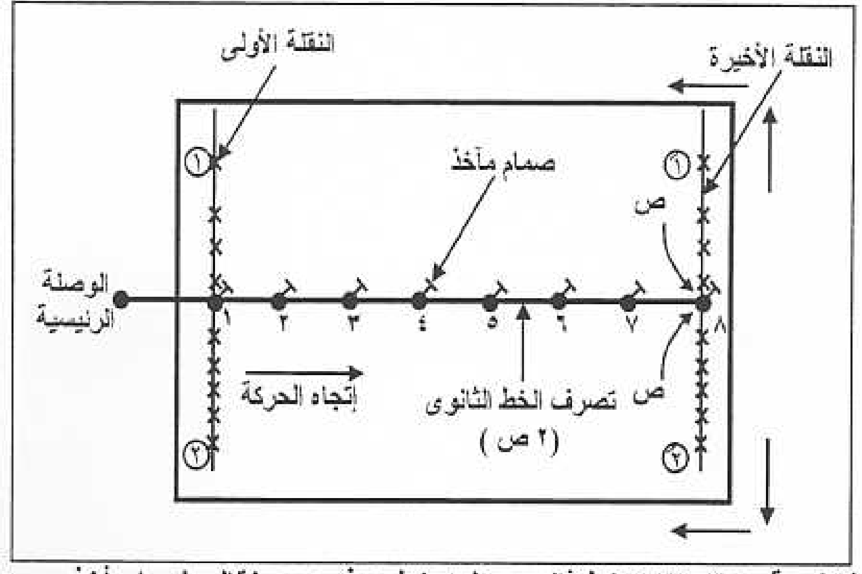
كذلك فإنه يلزم دفن المواسير التى تصنع من البولى فينيل كلوريد بسرعة تحت سطح الأرض حيث أنها تتأثر وتتلف بسرعة بفعل الأشعة الضوئية فوق البنفسجية. أنظر الأشكال من (٣-٣٤) إلى (٣-٣٨)



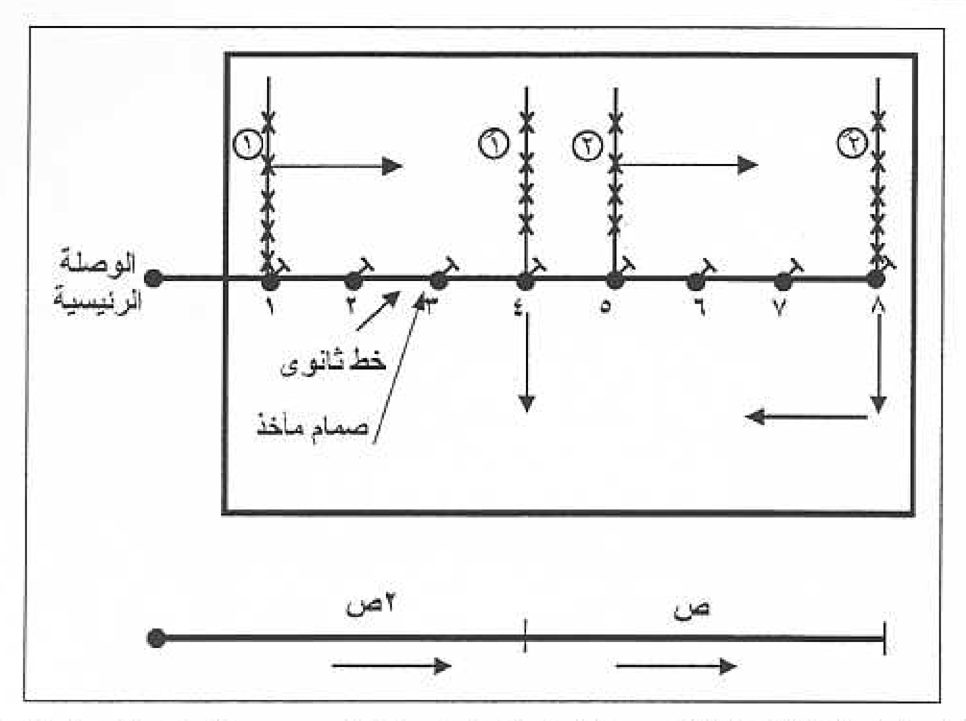
شكل رقم (٣-٣٤) نظام مجمع ذو خط ثانوى واحد



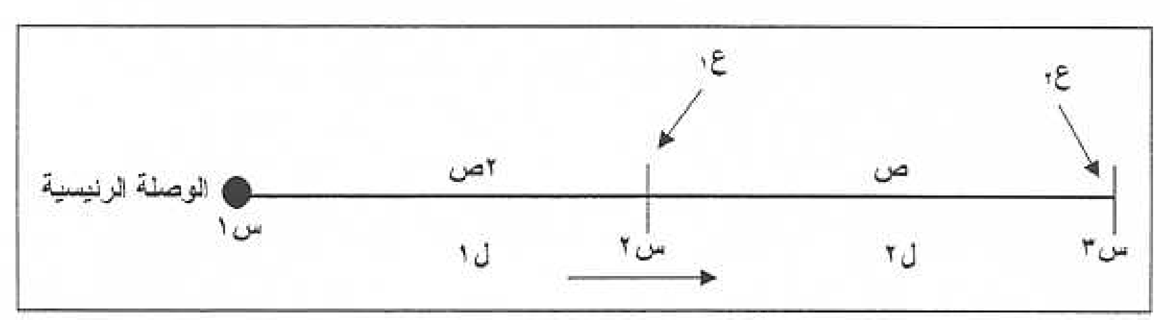
شكل رقم (٣-٣٥) نظام مجمع ذو أربعةخطوط ثانوية



شكل رقم (٣-٣٦) خط ثانوى عليه خطين فرعيين نقالى لهما مأخذ وحيد



شكل رقم (٣-٣٧) خط ثانوى عليه خطين فرعيين نقالى يروى كل منهما نصف الحقل



شكل رقم (٣-٣٨) شكل توضيحى يبين التصرفات التصميمية والأطوال والمناسيب على طول خط ثانوى

د - تصميم الأنبوبة الرئيسية

تصنع الأنابيب الرئيسية عادة من الأسبستوس الأسمنتى أو البولى فينيل كلوريد أو من البولى إيثيلين ويعتبر إختيار قطر الأنبوبة الرئيسية مسألة إقتصادية يقارن فيها بين تكاليف الضخ التى تتوقف على فواقد الإحتكاك فى الأنابيب والتكاليف الأساسية.

وهناك أنواع مختلفة من القطع والأجزاء الإضافية التى توضع على طول الأنبوبة الرئيسية مثل وصلات حرف T والأكواع والصمامات وغيرها ومن ثم ينبغى أخذ فواقد الضغط الموضعية الخاصة بكل منها بعين الإعتبار عند تصميم أى نظام.

كذلك فإن ظاهرة المطرقة المائية تحدث كلما تغير معدل التدفق بسبب وجود الصمامات وأيضا بسبب بدء أو إيقاف تشغيل المضخات أو الإطلاق الفجائى للهواء المحبوس لتكون شدة المطرقة المائية متناسبة مع معدل التغير فى التصريف ومن الأفضل ألا تتجاوز السرعة التصميمية للمياه فى الأنابيب الرئيسية (١,٥) م / ث ما لم تتخذ تدابير إضافية أو تستخدم معدات مساعدة .

٣-٢-٣-٢-٥ خطوات تصميم نظم الرى بالرش

تشمل الخطوات التالى بيانها قواعد وأسس تصميم نظم الرى بالرش التقليدية التى تحتوى على خطوط فرعية وخطوط ثانوية وخطوط رئيسية وتعطى هذه الخطوات أيضا المرونة اللازمة لعمل بعض التعديلات عند تصميم النظم المتحركة أو المحمولة.

١ - تحديد الاحتياجات المائية وعدد أيام الفترة بين الريات المتتالية

تحدد الإحتياجات الشهرية أو الموسمية لرى كل محصول إما بناء على تجارب حقلية أو من واقع الأرصاد الجوية فى المنطقة والتى يمكن منها الحصول على الإستهلاك المائى الفعلى وبالقسمة على الكفاءة التصميمية للنظام يمكن الحصول على الإحتياجات المائية الكلية. وحيث أن الكفاءة التصميمية الفعلية تتوقف على ما إذا كان الرى يتم نهارا أو ليلا لذلك فإن بعض التعديلات على هذه الكفاءة يمكن إدخالها بعد ممارسة عملية الرى وتحديد عدد ساعات الرى الفعلية يوميا .

٢ - تقسيم المساحة المطلوب ريها

تقسم المساحة المطلوب ريها إلى عدد من الحقول يزرع محصول معين فى كل منها بحيث تصل كمية كافية من المياه إلى كل حقل وتعظم الفائدة من الناتج المحصولى للمساحة ككل .

٣ - تحديد نوع النظام الذى يقترح إستخدامه

يختار النظام المناسب لرى كل حقل أو مجموعة من الحقول بناء على الأسس الفنية السابق إيضاحها فإذا تساوت كفتا نظامين فى رى حقل واحد فإن المفاضلة تكون على الأسس الإقتصادية - ويمكن تحديد مستوى الأنظمة عند هذه المرحلة أو أخذ القرار النهائى فى مرحلة تالية عندما تكون التكاليف الكلية قد تم معرفتها بشكل تام .

٤ - المخطط العام للنظام

يوضع المخطط العام للنظام على خريطة المساحة المطلوب ريها بعد إتمام عملية إختيار هذا النظام ومن العوامل التى تؤثر على عملية التخطيط: موقع مصدر المياه بالنسبة للحقول المختلفة والرياح السائدة - طبوغرافية الموقع - إتجاه صفوف المحاصيل.

وعموما فإن الأنابيب الفرعية توضع فى إتجاه موازى لإتجاه خطوط الكونتور بينما تتبع الأنابيب الثانوية الإنحدار الرئيسى المتجه إلى أسفل .

٥ - إختيار الرشاشات

بعد إختيار الرشاش المناسب لكل محصول يمكن تحديد ضغط التشغيل والتصرف المقابل والمسافة بين الرشاشات والمسافة بين الأنابيب الفرعية ومعدل التطبيق من كتالوجات الشركة المنتجة ... وفى حالة إستخدام أنبوبة رئيسية تسرى فيها المياه تحت ضغط فإن الضاغط المطلوب يتوقف على ضغط تشغيل الرشاش وطبوغرافية الموقع والمسافة من المصدر إلى أبعد حقل مطلوب ريه - فإذا كانت الأنبوبة الرئيسية طويلة وكان إنحدارها متجها إلى أعلى فإن الفاقد بالإحتكاك الذى يدخل فى حساب الضاغط يكون كبيرا إلا إذا تم تركيب مضخة دفع أو إستخدام أنبوبة ذات قطر أكبر .

ومن الضرورى أن يكون معدل التطبيق أقل من معدل التسرب الأساسى على الدوام وإلا فإن التغدق أو السريان السطحى سيحدث - ويكون معدل التطبيق للأراضى الثقيلة منخفضا - أما فى الأراضى ذات

نوعية التربة الخفيفة والتى يكون معدل التسرب لها كبيرا فإنه يلزم أن يؤخذ فى الإعتبار تطبيق معدلات صغيرة وكبيرة .

فبالنسبة للمعدلات الصغيرة تحتاج إلى وقت أطول للرى وعدد أكبر من الخطوط الفرعية ليكون تصرف كل منها أصغر أما المعدلات الكبيرة فتحتاج إلى وقت أقصر للرى ويمكن تكرار عدد الريات خلال اليوم الواحد ومن الممكن فى هذه الحالة الإقتصار على عدد أقل من الخطوط الفرعية المتنقلة على الرغم من أن تصرف الأنبوبة الفرعية الواحدة يكون أكبر .

ومن المهم أن تتناسب المسافات بين الرشاشات مع ظروف الرياح السائدة وحيث أن الوقت الذى يتم فيه الرى خلال هذه المرحلة لن يكون بالضرورة معروفا (ليلا أو نهارا) لذلك فإن تعديل هذه المسافات فى أى مرحلة لاحقة سيكون واردا .

ومن المقترح إختيار قيم بديلة للضاغط والمسافات بين الرشاشات وبين الخطوط الفرعية حتى يمكن دراسة تأثير هذه البدائل على تكاليف النظام النهائية وهو عامل هام بالنسبة للعلاقة بين الإنتاج المحصولى وما يتم إستخدامه من المياه وأيضا على توزيع الرشاشات أو معامل الإنتظامية عند مختلف الضغوط والمسافات بين الرشاشات وبين الخطوط الفرعية حيث أن التحليل الإقتصادى يمكن أن يوضح الضاغط والتباعد بين الرشاشات الذى يوفر أقصى فائدة كذلك سيوضح التحليل كمية المياه الإضافية اللازمة لتجنب حدوث أى نوع من عدم إنتظام توزيع مياه الرى .

٦ - تحديد عدد ساعات الرى وعدد مرات الرى اليومية

يمكن حساب عدد ساعات الرى خلال فترة أقصى إحتياجات وقسمة معدل التطبيق على الإحتياجات المائية الكلية ومن الرقم الناتج يمكن أيضا حساب عدد الريات المطلوب إعطاؤها يوميا لكل حقل.

٧ - تحديد أقصى عدد من الأنابيب الفرعية يمكن تشغيله فى وقت واحد

سبق شرح هذا الموضوع بالتفصيل فى الأجزاء السابقة .

٨ - جدولة الريات

يجب إعداد جدول يبين عدد الساعات خلال اليوم التى يتم الرى خلالها ويجب ألا يزيد التصرف الأنابيب الفرعية التى سيتم تشغيلها فى وقت واحد عن التصرف المتاح من مصدر الرى كذلك يجب أن تكون الضغوط الهيدروليكية على الأنابيب متزنة خلال الريات بحيث تحقق إقتصادية التشغيل عليها ويفضل رى المحاصيل ذات القيمة المرتفعة (الخضروات مثلا) ليلا مع رى المحاصيل الكاملة النمو والأشجار نهارا.

وكثيرا ما تحدث صعوبات فى جدولة الرى خصوصا إذا كانت المساحة المزمع ريها كبيرة وفى هذه الحالة يتم إختيار بدائل متعددة من معدلات التطبيق للرشاشات مع عمل التعديلات فى جميع الخطوات التالية ومن المعروف أن معدلات التطبيق يمكن تغييرها عند إختيار فوهات جديدة أو تغيير الضاغط.

عند الإنتهاء من إعداد جدول الريات يلزم إعادة مراجعة الكفاءة التصميمية السابق حسابها وعمل التعديلات اللازمة تبعا لذلك .

كما يلزم مراجعة المسافة بين الرشاشات للتأكد من مناسبتها لسرعة الرياح خلال الفترة التى يتم الرى خلالها.

وإذا كان من الضرورى الرى مرتين يوميا يجب أن تكون الريات تحت ظروف متماثلة ما أمكن من حيث سرعة الرياح ويمكن توافر هذه الشروط فى الصباح المبكر ومتأخرا بعد الظهر فى كثير من الحالات.

وفى حالة إستخدام النظم النقالى يجب إعطاء وقت كافى لتحريك الخطوط الفرعية من محطة إلى أخرى - وتحتاج بعض أنواع التربة وبعض المحاصيل فترة زمنية أطول قبل تحريك الخطوط وفى هذه الحالة يلزم تدبير مجموعة إحتياطية من الأنابيب ووضعها فى أماكنها لتشغيلها عند الحاجة إليها ويلزم فى مثل هذه الحالات وجود عمالة كافية لنقل هذه الأنابيب حسب الطلب .

٩ - التصميم الهيدروليكى للحقول

بعد تحديد تتابع تشغيل الخطوط الفرعية على الخطوط الثانوية فى كل حقل أو قطعة يلزم إعداد أشكال توضيحية تبين عليها التصرفات وأطوال الأنابيب والمناسيب على طول كل خط ثم يتم تصميم كل من الأنابيب الفرعية والأنابيب الثانوية طبقا للقواعد السابق بيانها إلا أن القرار النهائى بالنسبة لأقطار هذه الأنابيب يجب أن يؤجل لحين الإنتهاء من تخطيط وتصميم الأنبوبة الرئيسية.

١٠ - تصميم الأنبوبة الرئيسية

يلزم إعداد رسم توضيحى خاص للأنبوبة الرئيسية بحيث يشمل كل جزء منها مجموعة من الأنابيب الثانوية التى تعمل معا فى نفس الوقت ويبين على كل جزء التصرفات والأطوال ومناسيب سطح الأرض وما تحتاجه من ضاغط عند مأخذ كل أنبوبة ثانوية وتستخدم هذه الأشكال فى تصميم الأنبوبة الرئيسية.

وإذا كانت المياه تصل إلى الحقول عن طريق مضخة فإن الوضع الأمثل يكون بتخفيض التكاليف السنوية من ثمن الأنابيب وإستهلاك الطاقة إلى أقل حد ممكن .

١١ - إختيار المعدات

بعد إختيار المعدات المناسبة تحسب التكاليف السنوية ويتوقف على هذه الأرقام بعد حسابها مستوى التحكم الاوتوماتيكى الذى يمكن إدخاله على النظام ثم تعد بعد ذلك خطط تركيب العناصر المختلفة للنظام.

١٢ - تعليمات التشغيل

يلزم إعداد خطط تفصيلية تحتوى على تعليمات تشغيل المعدات فى الحقل والتى يجب إتباعها بدقة وإلا فإن مستوى عملية الرى كلها سيكون مشكوكا فيه.

١٣ - بعض الإعتبارات الإضافية

- إذا تم تصميم نظام الرى بالرش بدقة وعناية فإنه يمكن إستخدامه بكفاءة بدون الحاجة إلى تسوية الأرض وعمليا مع جميع أنواع التربة وجميع المحاصيل.
- من مميزات الرى بالرش وجود مرونة عالية خلال مرحلة التصميم نظرا لوجود أنواع متباينة من المعدات والرشاشات - كما يمكن تعديل النظام بسهولة حسب ماهو متاح من أعداد العمال ومهاراتهم.
- من الممكن الوصول إلى كفاءة أعلى عند إستخدام نظام الرى بالرش عنها فى نظام الرى السطحى ومع ذلك فإن الكثير من المؤشرات تدل على إن استخدام الخطوط مع ترشيد وإعادة

إستخدام فائض السريان السطحى يمكن أن تصل بالكفاءة فى تشغيلها إلى كفاءة الرى بالرش وربما تزيد عنها.

- عادة ما تكون إنتاجية وحدة المياه للمحاصيل المختلفة فى حالة الرى بالرش أقل منها فى حالة الرى بالتنقيط إلا أن ذلك لا يعنى الإمتناع عن إستخدام نظام الرى بالرش حيث أن الفارق فى التكاليف يمكن أن يبرر الإنخفاض فى الإنتاجية.

- يمكن لنظام الرى بالرش استخدام كميات صغيرة أو كبيرة من المياه بكفاءة عالية إذا أمكن ضبط فترة الرى بدقة عالية .

- يكون معدل مياه الرى لوحدة المساحة فى نظام الرى بالرش أعلى منه فى نظام الرى بالتنقيط بينما يكون هذا المعدل أقل من مثيله فى نظام الرى السطحى إلا أن إستخدام الطاقة فى نظام الرى بالرش يكون أعلى من الرى السطحى بطبيعة الحال.

- يعتبر نظام الرى بالرش مناسبا للرى التكميلى كذلك يمكن إستخدامه بنجاح فى المحاصيل الحديثة النمو للوقاية من الآثار الضارة للصقيع الليلى وفى الترطيب خلال الموجات الشديدة الحرارة .

- يوفر الرى بالرش من الحاجة إلى الترع والقنوات والجسور الواقية والبتون والريش والكثير من أعمال نقل وتحريك الأتربة والحفر والردم.

- يوفر إستخدام الأنابيب المتنقلة من تكاليف إنشاء شبكات الرى بالرش كذلك فإن رفع هذه الأنابيب من الحقل يمنع إعاقة العمليات الزراعية المختلفة.

- يمكن إستخدام نظام الرى بالرش فى غسيل الأملاح التى تتراكم فى قطاع التربة إذا توفر نظام الصرف السليم.

- بالنسبة للأراضى الخفيفة التى تغطى جزئيا بالمحاصيل يوفر الرى بالرش فى حالة زيادة سرعة الرياح حماية للنباتات ضد الإنجراف الناتج عن هذه الرياح كذلك فإن مشاكل تثبيت الشجيرات الحديثة فى المناطق التى تزيد فيها سرعة الرياح تكون أقل ما يمكن فى نظام الرى بالرش.

٣-٢-٣-٢-٦ المرشحات

يعد الانسداد من أهم المشكلات فى أنظمة الرى بالرش وحيثما كانت الأنظمة معرضة للانسداد ارتفعت تكاليف التشغيل بشكل كبير بسبب العمالة اللازمة لفحص الرشاشات بشكل مستمر ولإتخاذ إجراءات مقاومة هذا الإنسداد - وحتى لو كان الإنسداد جزئيا فقط فإنه يقلل من كفاءة النظام ومن تجانس توزيع المياه . وعندما تكون هناك عوائق كبيرة تحول دون تجانس توزيع المياه فإنه يلزم إستخدام مزيد من المياه لكى يصبح مستوى الرى مناسبا وتقلل هذه المشكلات من إحساس المزارعين بالثقة عند التفكير فى إستخدام نظام الرى بالرش .

أسباب الإنسداد

تتضمن المواد التى توجد داخل الرشاشات المسدودة جزئيات من التربة مثل الرمل والطين وكربونات الكالسيوم ورقائق معدنية وطحالب وأسمدة مترسبة وقطع من الحديد وعناصر كبريتية وشظايا بلاستيكية.

وقد يصل الرمل والطين إلى الرشاش من خلال مصدر ملوث لمياه الرى التى تسحب من قنوات مفتوحة كما قد يصل الرمل من البئر التى تضخ منها المياه. وأيضا قد تتسرب الرمال والطين إلى داخل الخطوط الفرعية بسبب الإهمال في تجميع مكونات شبكة الرى أو فى أداء أعمال الإصلاح عند حدوث أعطال فى الخط.

وعندما تستخدم مياه تحتوى على نسبة عالية من الجير فإنه يمكن أن تتكون طبقات من كربونات الكالسيوم على سطح الرشاشات نتيجة للبخر أو الترسيب ويمكن للرقائق المعدنية أن تتسرب داخل خطوط الرى من الأنابيب الحديدية التى علاها الصدأ والتى قد تستخدم فى شبكة توزيع المياه .. أما الطحالب فإنها يمكن أن تدخل مع المياه التى تم الحصول عليها من برك أو قنوات مفتوحة. وهى تنتشر فى المياه الراكدة عندما يتوافر الضوء والغذاء الملائمان كما قد تتكاثر داخل الأنابيب إذا تسرب إليها الضوء من خلال جدرانها . (قد يحدث ذلك فى الأنابيب المصنوعة من البولى فينيل كلوريد إذا تركت مكشوفة فوق سطح الأرض).

وقد يكون السبب فى ترسيب الأسمدة أو بقائها عالقة بالمياه هو المواد التى يتم حقنها داخل النظام أسفل المصفاة أو قد يكون سببها بعض الأسمدة التى تتسرب فى وجود مواد كيميائية أخرى فى مياه الرى.

وقد تتولد العناصر الحديدية بفعل البكتريا الحديدية التى تلوث المياه حتى إذا كان محتوى الحديد فى الماء أقل من جزء واحد فى المليون (ويبدو أن بعض الآبار ملوثة بتلك البكتريا الحديدية). وبالنسبة للعناصر الكبريتية فإنها تأتى إلى حد كبير بنفس طريقة العناصر الحديدية وذلك فى المياه المحتوية على كبريتيدات وبخاصة الهيدروجين وعادة لا توجد هذه المواد فى المياه السطحية وإن كانت موجودة فى بعض أنواع المياه الجوفية.

وعثر فى بعض الموزعات المسدودة على مخلفات بلاستيكية ناتجة عن الإهمال فى أعمال تثقيب وتقطيع وتجميع مكونات النظام .

ويمكن التغلب على العديد من مشكلات الإنسداد المشار إليها سابقا عن طريق الترشيح الجيد للمياه وهناك مجموعة واسعة من التقنيات المستخدمة لهذا الغرض إلا أن بعض هذه المشكلات يصعب حله ويستلزم دراسة لكل حالة على الطبيعة على حده.

الوقاية من الإنسداد

يوصى بشدة بتحليل المياه قبل تصميم النظام بحيث يتسنى للمصمم أن ينص على إجراءات مناسبة للوقاية من الإنسداد ومن الأوفر عادة تركيب معدات مناسبة لتحقيق هذا الغرض فى بداية المشروع بدلا من محاولة تدارك الأضرار بعد وقوعها ويجب إجراء إختبارات لتحديد محتوى المياه من الأجسام الصلبة ومعرفة نسبة المحتوى العضوى ونسبة المحتوى غير العضوى. كما ينبغى تحديد التدرج الحبيبى للجزيئات ويتضمن الجدول رقم (٣-١٤) المواصفات القياسية للتدرج الحبيبى لجزيئات التربة حسب النظام الدولى ونظام وزارة الزراعة بالولايات المتحدة الأمريكية (وهما النظامان الأكثر إستخداما فى الأغراض الزراعية).

وتتضمن التحاليل القياسية لمياه الرى ما يلى :

١ - الأجسام الصلبة
٢ - أهم المواد الكيميائية غير العضوية وغيرها

(Ca , Mg , Na , K , Co_3 , So_4 , Cl , NO_3 , TDS , pH , EC)

٣ ـ التصلد
٤ ـ الحديد
٥ ـ كبريتيد الهيدروجين
٦ ـ البكتريا الحديدية
٧ ـ الكائنات المختزلة للكبريت

ويوصى عند إستخدام مياه جوفية إيلاء عناية خاصة بالإختبارات الأربعة الأخيرة وحين تزيد درجة التوصيل الكهربائى عن ١,٠ ملليموز / سم يوصى بالإهتمام بالإختبارين الثانى والثالث ولما كانت تكاليف التحاليل ضئيله بالمقارنة بالإستثمارات الكلية فإنه يقترح فى معظم الظروف إجراء جميع التحاليل.

جدول رقم (٣-١٤) مواصفات التدرج الحبيبى للتربة

النظام	التدرج الحبيبى للجزئيات	
	مم	ميكرون
النظام الدولى (ويعرف أيضا باسم نظام أتربورج Atterburg)		
رمل خشن	٠,٢ - ٢,٠	٢٠٠ - ٢٠٠٠
رمل ناعم	٠,٠٢ - ٠,٢	٢٠ - ٢٠٠
طمى	٠,٠٠٢ - ٠,٠٢	٢ - ٢٠
طين	أقل من ٠,٠٠٢	أقل من ٢
نظام وزارة الزراعة فى الولايات المتحدة الأمريكية USDA		
رمل بالغ الخشونة	١,٠ - ٢,٠	١٠٠٠ - ٢٠٠٠
رمل خشن	٠,٥ - ١,٠	٥٠٠ - ١٠٠٠
رمل متوسط	٠,٢٥ - ٠,٥	٢٥٠ - ٥٠٠
رمل ناعم	٠,١٠ - ٠,٢٥	١٠٠ - ٢٥٠
طمى	٠,٠٥ - ٠,١٠	٥٠ - ١٠٠
طين	٠,٠٠٢ - ٠,٠٥	٢ - ٥٠
	أقل من ٠,٠٠٢	أقل من ٢

١ ـ الفصل بين السوائل والأجسام الصلبة

رغم أن الحاجة إلى إجراء ترشيح أولى لإزالة العناصر الغريبة من المياه أمر لا خلاف عليه إلا أنه لا يمكن على وجه الدقة تحديد أكبر حجم للجزيئات يمكن قبوله بالنسبة إلى مقاس فتحة الشبكات. وتتوقف درجة الترشيح اللازمة على جودة المياه ونوع الرشاش المختار. وفيما يلى بعض الطرق المستخدمة فى فصل السوائل عن الجزيئات الصلبة:

أ - أحواض الترويق
يعتمد أقدم وأرخص أشكال الترشيح على الترسيب وقد أظهرت التجارب أن الحبيبات الأكبر من ٤٠ ميكرون تترسب فى أقل من ساعة - وأكثر أحواض الترويق المستخدمة فى الزراعة شيوعا هى الخزانات ويلزم عند إستخدام خزان كحوض للترويق وجود مخارج على مقربة من سطح الماء.

إلا أنه فى معظم الحالات لا تعطى أحواض الترويق وحدها الجودة المطلوبة للمياه وبالتالى فهى تستخدم فقط كمصافى إبتدائية إلى جانب إستخدام أجهزة ترشيح أخرى وعندما تكون المياه ذات جودة معقولة يمكن إستخدام الترسيب وبعض أنواع المعالجة الكيميائية للكائنات الدقيقة والطحالب.

ب - المرشحات الشبكية
هناك طريقة شائعة لفصل المواد الصلبة العالقة فى المياه تستخدم فيها حواجز شبكية مصنوعة من الأسلاك المعدنية أو غيرها من المواد ويسمى الحيز الموجود بين الأسلاك عين الشبكة أو المنفذ ويوصف برقم المنخل المقابل للمرور خلاله ويتضمن الجدول رقم (٣-١٥) بعض أرقام المناخل الحاجزة ومقاسات المنافذ القياسية المناظرة.

ويستطيع هذا النوع من المرشحات أن يحجز فقط الحبيبات الصلبة الكبيرة الحجم الموجودة فى الماء فالمنخل رقم ٢٠٠ وبه أصغر مقاس للثقوب شائع الإستخدام فى الرى يحجز الحبيبات التى لا يقل مقاسها عن ٠,٠٧٤ مم (٧٤ ميكرون) وهى ليست أصغر من حبيبات الرمل البالغ النعومة وتصنع شبكات المرشحات بأشكال مختلفة ومن مواد عديدة - وتتراوح أرقام المناخل المقابلة لمعظم هذه المرشحات بين ٨٠ ، ٢٠٠ ويشيع إستخدام شبكتين مختلفتين من حيث رقم المنخل على اساس أن تحتجز الأولى الحبيبات الخشنة و الثانية الحبيبات الناعمة ولهذا الترتيب ميزة عدم إتلاف الشبكة الرقيقة ذات رقم المنخل الأصغر بواسطة الحبيبات الأخشن التى تندفع بسرعة عالية فى بعض الأحيان وتصنع معظم عناصر المرشحات من مواد غير قابلة للتآكل مثل الصلب المقاوم للصدأ أو البلاستيك.

جدول رقم (٣-١٥) أرقام الشباك ومقاسات الثقوب المناظرة

رقم المنخل	مقاس الثقب (المنفذ)		رقم المنخل	مقاس الثقب (المنفذ)	
	مم	بوصه		مم	بوصه
٤	٤,٧٦	٠,١٨٧٤	٨٠	٠,١٧٢	٠,٠٠٦٨
١٠	٢,٠٠	٠,٠٧٨٧	١٤٠	٠,١٠٥	٠,٠٠٤١
٢٠	٠,٨٤	٠,٠٣٣١	٢٠٠	٠,٠٧٤	٠,٠٠٢٩
٤٠	٠,٤٢	٠,٠١٦٥			

لا تصلح جميع أنواع المرشحات الشبكية لإحتجاز الحبيبات الناعمة للمواد العضوية والكائنات الدقيقة البالغة النعومة أو شبه الغروية وأظهرت الإختبارات أن ترشيح المياه لا يمنع الإنسداد المتسبب عن المواد الدقيقة وحتى بإستخدام عدة حواجز شبكية فإن العديد من الجزيئات الصغيرة

يتمكن من الترسب خلالها بل إن الجزيئات الطويلة تستطيع إختراق هذه الحواجز إذا كانت أقطارها أصغر من أقطار ثقوب الحواجز.

وتستخدم معظم النظم شباك لإيقاف المخلفات الكبيرة نسبيا التى يمكنها أن تسد المرشحات الرملية ولفصل الجزيئات التى قد تتسبب فى حدوث إنجراف متكرر فى أنظمة الترشيح وقد تركب الحواجز الشبكية على الخطوط الفرعية لحمايتها من جزيئات الأسمدة غير الذائبة التى يمكن ان تمر عبر خطوط النظام .. كما توصل أحيانا على التوالى مع أجهزة ترشيح أخرى كإحتياط تأمينى أولى وبالنسبة للنظم التى تستخدم مياها نظيفة نسبيا مثل مياه الابار فإنها تعتمد على الحواجز الشبكية كأداة رئيسية فى الترشيح إلا أن المياه قد تحتاج إلى نوع من المعالجة الكيميائية ضد الكائنات الدقيقة والطحالب.

من الواجب تنظيف المرشحات الشبكية بصفة دورية.

وقد أنتجت عدة أنواع من المرشحات الأتوماتيكية والذاتية التنظيف مما قد يوفر حلا لمشكلات الصيانة .. وفى نوع منها على سبيل المثال نجد أنه عندما ينخفض الضغط إلى ما دون حد معين داخل المرشح فإن فرشاه تعمل بطريقة كهربائية أو هيدروليكية تتولى تنظيف الشبكات ويتم نزح المياه من خلال صنبور صرف وينبغى للمصممين والمستخدمين الذين لا يحبذون إستخدام مرشحات أتوماتيكية لأسباب عديدة أن يتأكدوا من أن المرشحات المستخدمة يسهل فكها لتنظيفها أو من أنها مزودة بجزء كمالى ، كفرشاه مثلا يسمح بتنظيفها من الخارج.

ومن المرشحات الجديرة بالإهتمام المرشح الذاتى التنظيف الذى يعمل على خط السحب ويركب على حوض من المضخة وقد إستخدم هذا المرشح بنجاح كمرشح إبتدائى عند الضخ من الخزانات والترع التى تحتوى مياهها على كمية كبيرة من الأعشاب المائية والطحالب .. ومن مزايا هذا المرشح أنه يؤدى إلى تخفيض كبير فى العمالة اللازمة لصيانة المرشحات الموصلة على التوالى ... وليس هناك فعلا هبوط فى الضغط عبر مرشحات خط السحب وبالتالى فإن كفاءتها عالية للغاية .. فكمية المواد التى تجتازها تكون أقل منها فى المرشحات الموصلة على التوالى والتى بها فوارق كبيرة عبر الشبكات.

ج - المرشحات الرملية ومرشحات الرمل والحصى

تستخدم المرشحات الرملية ومرشحات الرمل والحصى لإحتجاز الجزيئات الدقيقة التى تتسرب من المرشحات الشبكية وتتكون هذه المرشحات من عدة طبقات من حبيبات الرمل والحصى المختلفة الأحجام والتى تتخللها المياه .. وفى أثناء هذه العملية تلتصق الجزيئات المراد إحتجازها بحبيبات الرمل وتتجمع فى شكل جزيئات أكبر حجما وترشح وتحتجز مثلما يحدث فى أحواض الترويق وتتفوق هذه المرشحات من حيث الأداء على جميع أساليب الترشيح البسيطة ولهذا فهى تعتبر عنصرا أساسيا من عناصر نظم الترشيح المستخدمة فى مناطق كثيرة بصرف النظر عن نوعية مصدر المياه أو حجم المنافذ.

ولكن توجد حدود لإستخدام المرشحات الرملية فهى تفيد فى إحتجاز الجزيئات التى يتجاوز حجمها ٢٠ ميكرون ويتطلب الأداء الذى يتجاوز هذه النقطة إستخدام معدات أكثر تكلفة.

وتتوقف كفاءة المرشحات الرملية على الوسط المستخدم كما تتوقف إلى حد ما على عمق قاع المرشح ومعدل تدفق المياه وضغطه عند المدخل بالنسبة لوحدة مساحة مسطح قاع المرشح.

وعند تصميم المرشح الرملى يلزم تحـديد حجم ذرات الرمل المســتخدمة ويتضمن الجــدول رقـم (٣-١٦) بعض البيانات عن أحجام ذرات من مواد مختلفة ويقع الإختيار فى أغلب الأحيان على مادة السيليكا بالرغم من إمكانية إستخدام مواد أخرى .

جدول رقم (٣ -١٦) أحجام ذرات مواد الترشيح

الرقم المخصص	المادة	متوسط حجم الحبيبات بالميكرونات
٨	جرانيت مسحوق	١٨٤٠
١١	جرانيت مسحوق	٩٥٢
١٦	سيليكا	٨٠٦
٢٠	سيليكا	٥٢٤
٣٠	سيليكا	٣٣٥

ويتراوح عمق الترشيح بين ٥ بوصات وعدة أقدام وإن كان يفضل ألا يتجاوز ١,٥ - ٣ أقدام وإلا فإن القاع لن يرتفع كما يجب عند إرتداد المياه فى المرشح مما قد يؤدى إلى تكون قنوات من الركام الخشن وهذه تقلل بالطبع من فعالية المرشح.

وكلما إنخفض معدل التدفق بالنسبة لوحدة مساحة المرشح زادت فعالية الترشيح وكقاعدة عامة فمن المقترح ألا يتجاوز المعدل ١٨٠٠ لتر / الدقيقة / المتر المربع عند تصميم نظام ترشيح يعمل بالوسط الرملى (أو بأى وسط آخر).

وتتم عملية التنظيف من خلال الغسيل بالمياه المرتدة فهى تتدفق من أسفل إلى أعلى ثم إلى الخارج وقد تتراوح تتابع عملية التنظيف بين بضع ساعات وعدة أيام تبعا لمادة الوسط المستخدمة فى الترشيح.

وفى العادة توضع بعد المرشحات التى تستخدم الحصى والرمل مصفاة شبكية صغيرة كعناصر أمان وتستخدم لإزالة رمال المرشح أو أية أجسام صلبة عالقة يجلبها الغسيل بالمياه المرتدة أو قد تمر من المرشح.

د - المرشحات الرغوية

تصنع المرشحات الرغوية من أنابيب من البوليفينيل كلوريد ويكون البوليبوريثين الرغوى هو مادة الوسط.

والمرشحات الرغوية قليلة التكلفة وملائمة تماما لعمليات الترشيح النهائية سواء فى الخطوط الرئيسية أو فى الفروع المؤدية إلى المساحات التى تخدمها الخطوط الفرعية وبالرغم من ذلك لا تتوافر لديها الطاقة اللازمة لمرشح رئيسى إلا إذا كانت إمدادات المياه نظيفة تماما .

هـ - المرشحات الدوامية

لا يستطيع أى من المرشحات التى ورد ذكرها حتى الآن ترشيح مياه تحتوى على قدر كبير من الرمل بطريقة مرضية ... ولكن المرشح الدوامى يستطيع ذلك فهو خزان أجوف مقلوب مخروطى الشكل له مدخل جانبى ومخرج فى أعلاه ... وتحدث بداخله حركتان حلزونيتان - دوامة رئيسية تحمل الجزيئات الصلبة إلى مخرج الصرف ودوامة ثانوية ترفع المياه النظيفة إلى المخرج وتستطيع المرشحات الصغيرة نسبيا ترشيح كميات كبيرة من الرمل.

٢ - الترسيب الكيميائى

لا يعنى توفر وسائل الترشيح ذات الكفاءة حل جميع مشاكل إنسداد المخارج والأنابيب لأن الإنسداد قد ينشأ أيضا بفعل رواسب الجزيئات المذابة أو المتناثرة بدرجة كبيرة وعلى سبيل المثال بعض المياه الجوفية تحتوى على نسبة من الحديد فى صورته الثابتة حديدوز أى حديد ثنائى التكافؤ وإذا تعرض للأكسجين فإنه يتأكسد ويتحول إلى حديديك أى حديد ثلاثى التكافؤ وهى مادة غير قابلة للذوبان وتتكون من رواسب بنية اللون ضاربة إلى الحمرة والمثال الأخر على ذلك هو ترسيب كربونات الكالسيوم .. ففى بعض الأحيان تحتوى المياه الجوفية المسحوبة من طبقات من الحجر الجيرى أو من طبقات كلسية أخرى على كميات كبيرة من أيونات الكالسيوم وأيونات كربونات الهيدروجين وهذه تؤدى فى ظروف معينة إلى ترسيب كربونات الكالسيوم ... كما أن إرتفاع درجة حرارة السائل ودرجة تركيز أيونات الهيدروجين يساعد على سرعة الترسيب وإذا أضيفت النشادر السائلة إلى مياه الرى فإن ذلك يرفع درجة تركيز أيونات الهيدروجين ويزيد من خطورة الترسيب ويقال أيضا أن مركبات الفوسفور تترسب بعد استخدام الأسمدة الفوسفاتية فالفوسفات القابل للذوبان ربما يتحد مع الكالسيوم أو المغنسيوم فى الماء ويترسب فى صورة أملاح غير قابلة للذوبان وهناك أحوال معينة قد تعجل بترسيب الأملاح فى شبكات الرى من بينها إرتفاع درجة الحرارة أو إنخفاض درجة تركيز أيونات الهيدروجين .

وقد تصل درجة الحرارة فى الأنابيب السوداء الممتدة على الأرض إلى ٧٠ درجة مئوية ولا سيما فى حالة عدم تدفق المياه فى شبكة الرى وقد يؤدى ذلك إلى زيادة التبخر من الأنابيب وبالتالى إلى تركيز المحلول بداخلها وقد يدخل الهواء إلى الأنابيب عند صرف المياه بين الريات مما يؤدى إلى تغيير فى ضغط الغازات المختلفة وخاصة ثانى أكسيد الكربون.

وهناك عدة طرق للمعالجة يمكن إتباعها لمنع الترسيب داخل الشبكة أو لتنظيفها عند إنسدادها وفيما يلى وصف موجز لبعض هذه الطرق.

يمكن منع ترسيب الحديد فى الشبكة الرئيسية بترشيحه ببطء لإحتجازه قبل أن يدخل فى شبكة الرى وذلك مع تركيب خزان تغذية بالمواد الكيماوية لتصريف كمية محسوبة من محلول الكلورين الذى يعمل على أكسدة الحديد (والمركبات الأخرى التى قد تكون موجودة معه) بصورة فعالة بحيث لا يتخلف من الكلورين إلا قدر لا يتجاوز جزء واحد فى المليون مثلا إلا أن هذه عملية خطرة ومكلفة وقد تنشأ عنها مشكلة جديدة وهى إنسداد المرشحات وعندما تكون المياه عسرة يمكن إستخدام كميات أكبر من كلوريد الكالسيوم فهو يميل إلى إحداث ترسيب للكالسيوم والصوديوم وهناك منهج أفضل من الناحية العملية هى تهوية الماء بنشره فى الهواء والسماح له بالسقوط فى الحوض ففى أثناء هذه العملية يترسب أكسيد الحديد. وفيما يتعلق بترسبات الكربونات فقد يكون إستخدام أحد الحوامض طريقة ممكنة للمعالجة وقد أجريت تجارب ناجحة بإستخدام محاليل (٠,٥ إلى ١ فى المائه) تحتوى على ٣٦٪ من حامض الهيدروكلوريك أو حامض الفسفوريك لحقن شبكات الرى بها بصفة دورية ثم تنظيفها بعد ذلك كما أن إستخدام حامض الفسفوريك يحل مشكلة الأوحال والطحالب مع ضرورة تنظيف الشبكة بدفق المياه فيها وقد يتعذر التطبيق

الميدانى العـام لهـذه الأسـاليب أو قد يكـون ذلـك غير مرغـوب ولكنـه قد يكـون الحـل الوحيد فـى بعض الحالات.

٣ـمقاومة الكائنات المجهرية (الميكروبيولوجية)

تواجـه بعـض المنشآت مشـكلات تتعلق بإنسداد الموزعـات والمرشـحات والأنابيـب بـالمواد المخاطيـة البيولوجية والأوحال المترسبة والطحالب .

وأعنف شكل من أشكال الإنسداد تسببه مادة هلامية بيضاء من عناصر الكبريت ترتبط بإحدى أنواع بكتريا الكبريت كما قد تصادف أوحال حديد خيطية ماصة للماء مترسبة فى أنظمة عديدة وهى تنشأ عن تأكسد وترسب الحديدوز القابل للذوبان فى الماء وهذه الأوحال المترسبة ترتبط ببكتريا الحديد وقد يحدث الإنسداد بوجود (٠,٤) جزء فى المليون من الحديد فى الماء.

وعادة ما تنمو الطحالب وأنواع الفطريات الأخرى فى المياه فى الآبار الضحلة ومصادر المياه السطحية وقد يقلل الترشيح الرملى من نمو الطحالب فى النظام بشرط تطهير نظام الترشيح وتنظيفه بصفة دورية ولا يعتبر الإنسداد البيولوجى مشكلة إذا كان الماء لا يحتوى على ترسبات عضوية أو إذا كان خاليا من كبريتيد الهيدروجين.

ويمكن مكافحة الطحالب والمواد المخاطية بالمعالجة بالكلور .. فهذه المعالجة تعد من الطرق الفعالة والمفيدة فى التغلب على هذه المشاكل ولكنها عملية مكلفة وخطيرة ويمكن مقاومة الطحالب والمواد المترسبة بحقن الماء بجزء فى المليون من الكلور المركز بصفة مستمرة أو بحقن (١٠ ـ ٢٠) جزء فى المليون لفترات قصيرة.

ويتضمن الجدول رقم (٣ـ١٧) بعض الإقتراحات لجرعات نموذجية من الكلوريد

جدول رقم (٣ـ١٧) جرعات نموذجية من الكلوريد

نوع التلوث	الجرعة
طحالب	من (٠,٥) إلى جزء واحد فى المليون بصفة مستمرة أو (١٠ ـ ٢٠) جزء فى المليون لمد نصف ساعة
كبريتيد الهيدروجين	ما يوازى محتوى الماء من كبريتيد الهيدروجين من (٣,٦) إلى (٨,٤) مرات
بكتريا الحديد (مواد مخاطية)	من ٠,٥ الى جزء واحد فى المليون

٣-٢-٣-٣ الرى بالتنقيط

٣-٢-٣-٣-١ تعريف

هو اسلوب متطور للرى يستخدم لزراعة أشجار الفواكه والموالح ومحاصيل الصفوف، حيث يتم تزويد منطقة الجذور بالمياه بصورة متكررة رشبه مستمرة وبمعدلات صغيرة تعتمد على الإحتياجات الفعلية للأشجار ونوع التربة ، مع عدم رى المساحات بين الأشجار. ولذلك تكون الفواقد فى مياه الرى نتيجة التسرب أو البخر أقل ما يمكن.

ويتيح هذا النظام إمكانية إضافة الأسمدة لمياه الرى.

٣-٢-٣-٣-٢ مميزات الرى بالتنقيط

أ - الإقتصاد فى مياه الرى.
ب - الإقتصاد فى الطاقة اللازمة لتوصيل المياه للأشجار والمحاصيل.
ج - إمكانية تزويد الأشجار والمحاصيل بالأسمدة مع مياه الرى.

٣-٢-٣-٣-٣ المشاكل التى يمكن أن تنتج عن نظام الرى بالتنقيط

ا - إنسداد المنقطات نتيجة وجود المواد المعدنية والعضوية بمياه الرى.
ب - تكون طبقة ملحية على سطح التربة.

٣-٢-٣-٣-٤ مكونات شبكة الرى بالتنقيط

تتكون شبكة الرى بالتنقيط من العناصر الرئيسية الاتية :

١ - خط مواسير رئيسى Main Line
٢ - خطوط مواسير فرعية Submain Lines تتصل بالخط الرئيسى.
٣ - خطوط المنقطات Laterals والتى تتصل بالخطوط الفرعية.
٤ - المنقطات Emitters or trickles والتى يتم تركيبها على خطوط المنقطات.
٥ - مضخة بمشتملاتها لضخ المياه من مصدر المياه إلى خط الرى ومنه لبقية الخطوط وحتى تصل لكافة المنقطات بالضغوط التصميمية للمنقطات.
٦ - خزان تزويد وخلط الأسمدة بمياه الرى ، مع المحابس اللازمة وفلتر لحجز المواد العالقة لمنع إنسداد المنقطات.
٧ - أجهزة قياس التصرف ، ومحابس التحكم عند المواقع المختلفة من الشبكة ، علاوة على محابس تخفيف الضغط عند المواقع التى تتطلب ذلك.
٨ - غرفة التحكم الآلى فى حالة الشبكات التى يتم تصميمها ليتم التشغيل بنظام التحكم الآلى . والشكل رقم (٣-٣٩) يبين المكونات المذكورة أعلاه.

٣-٢-٣-٣-٥ تخطيط شبكة الرى بالتنقيط

عند تخطيط شبكة الرى بالتنقيط لمنطقة ما ، تتدخل العديد من العوامل فى تحديد التخطيط الأمثل. تأتى على رأس هذه العوامل :

أ - أبعاد المزرعة أو الحقل وشكلها الهندسى .
ب - طبوغرافية الموقع.
ج - موقع مصدر المياه.
د - وجود أى عوائق لتمديد خطوط المواسير .

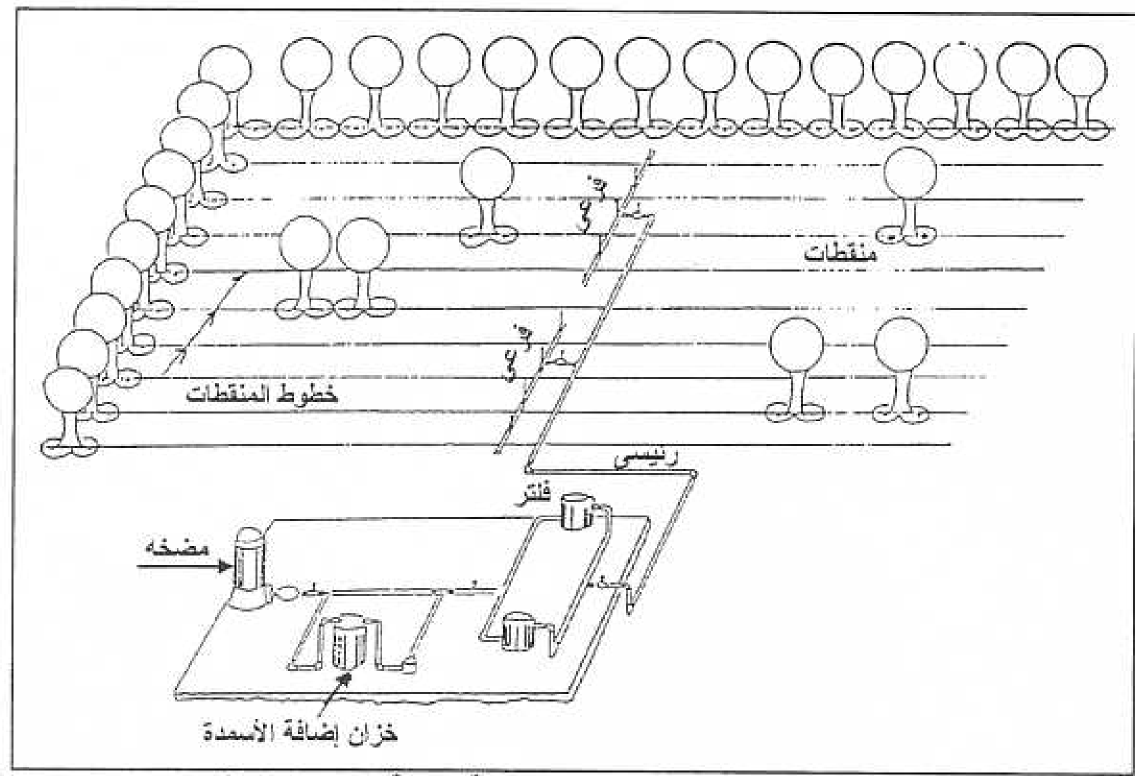
والقاعدة العامة للتخطيط تتلخص فى :

أ - فى الأراضى المنحدرة:
يراعى تخطيط خطوط المنقطات بحيث تكون موازية لخطوط الكنتور كلما أمكن ذلك ، مع مراعاة أن يكون الخط الفرعى أقصر ما يمكن وفى اتجاه إنحدار الأرض.

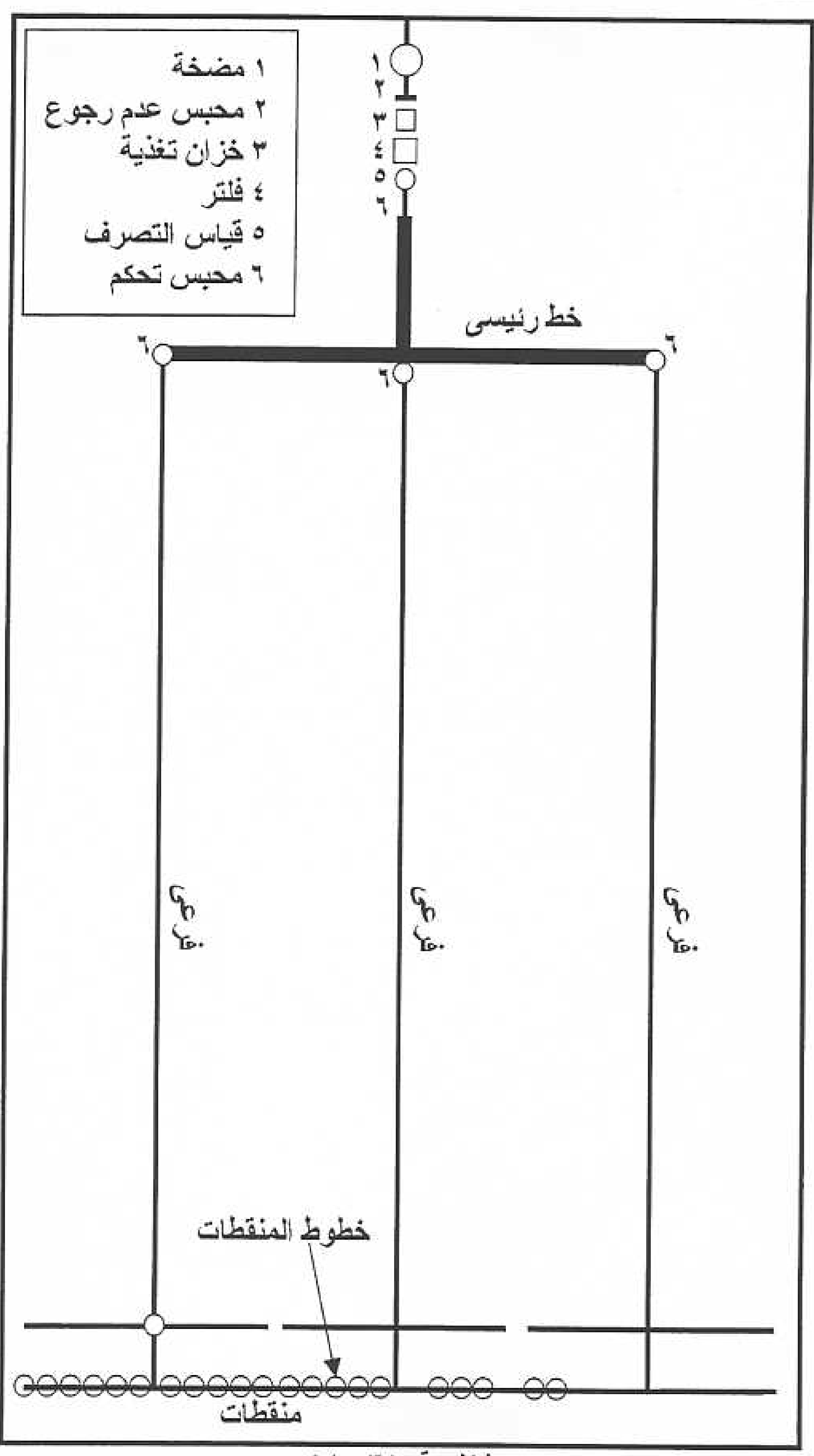
ب - فى الأراضى المنبسطة:
يفضل تصميم التخطيط بحيث يتم توزيع المياه بصورة متماثلة من الخط الفرعى إلى خطوط المنقطات.
وفى جميع الأحوال يجب إختيار أكثر من بديل لتخطيط الشبكة ، مع التنفيذ الذى يحقق أقل تكلفة إقتصادية للمعدات ولتكلفة التشغيل والصيانة.
وتبين الأشكال من رقم (٣-٤٠) إلى رقم (٣-٤٥) نماذج لتخطيط شبكات الرى بالتنقيط لمساحات مختلفة.

٣-٢-٣-٣-٦ البيانات الأساسية المطلوبة لتصميم شبكة رى بالتنقيط

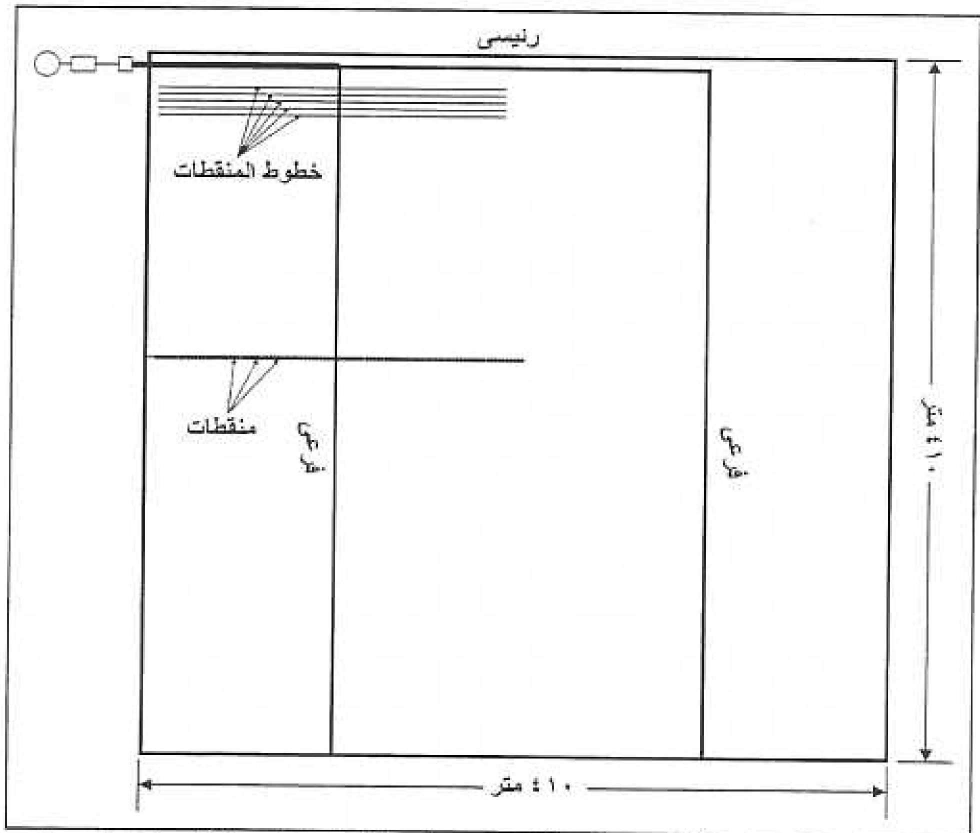
أ - خريطة طبوغرافية للأرض.
ب - نوع وخواص التربة ومعدل تسرب المياه خلالها.
ج - مصدر المياه ونوعيتها وكمياتها.
د - التركيب المحصولى.
هـ الاحتياجات المائية للمحاصيل.
و - الظروف الجوية بالموقع.



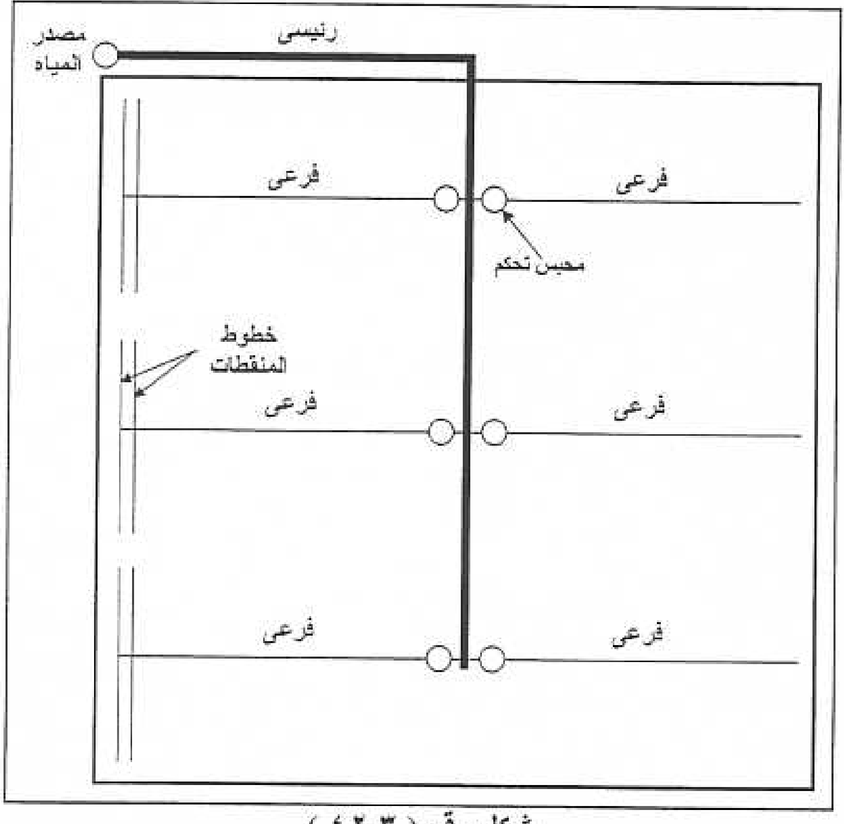
شكل رقم (٣-٣٩) المكونات الرئيسية لشبكة الرى بالتنقيط


١ مضخة
٢ محبس عدم رجوع
٣ خزان تغذية
٤ فلتر
٥ قياس التصرف
٦ محبس تحكم
خط رئيسى
خطوط المنقطات
منقطات

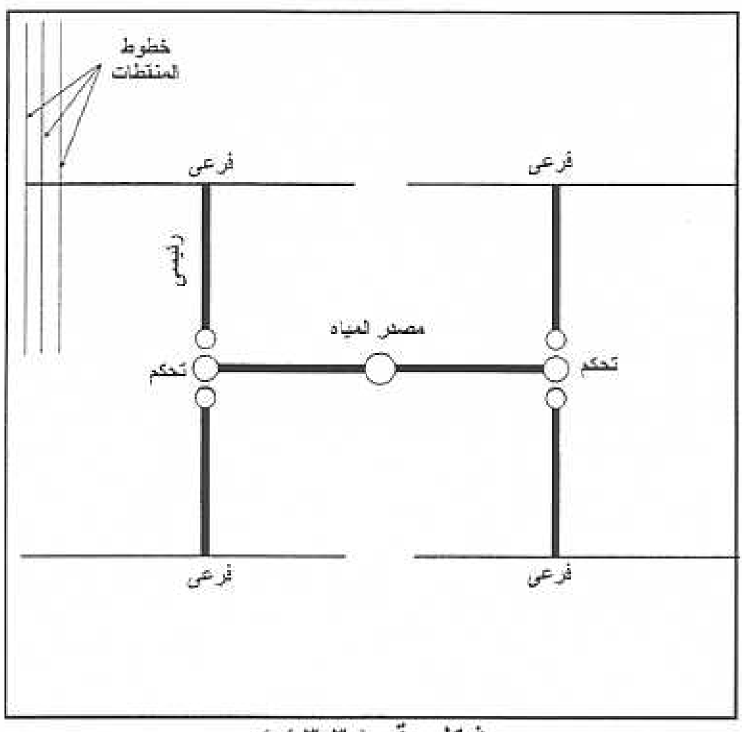
شكل رقم (٣-٤٠)



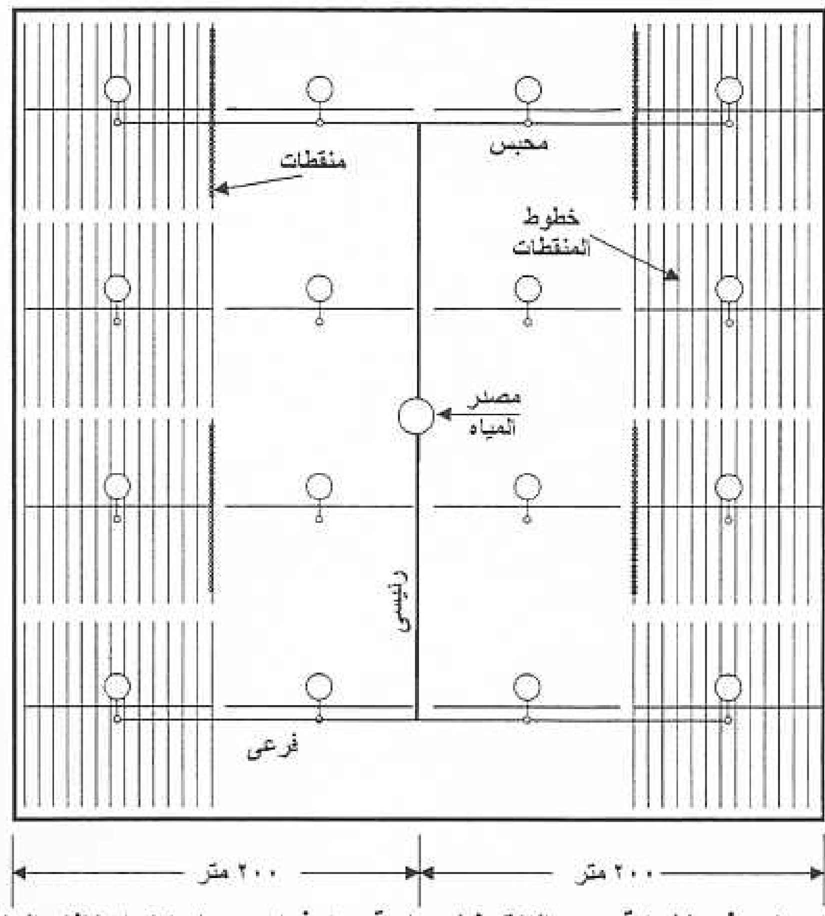
شكل رقم (٣-٤١) نموذج لقطعة أرض مربعة مساحتها ٤٠ فدان تباعد الأشجار على رؤوس مربعات ٦ × ٦ متر خط رئيسى قطر ٥ً و ٤ً - خط فرعى قطر ٤ً خطوط مغذية للمنقطات قطر ٣ً.



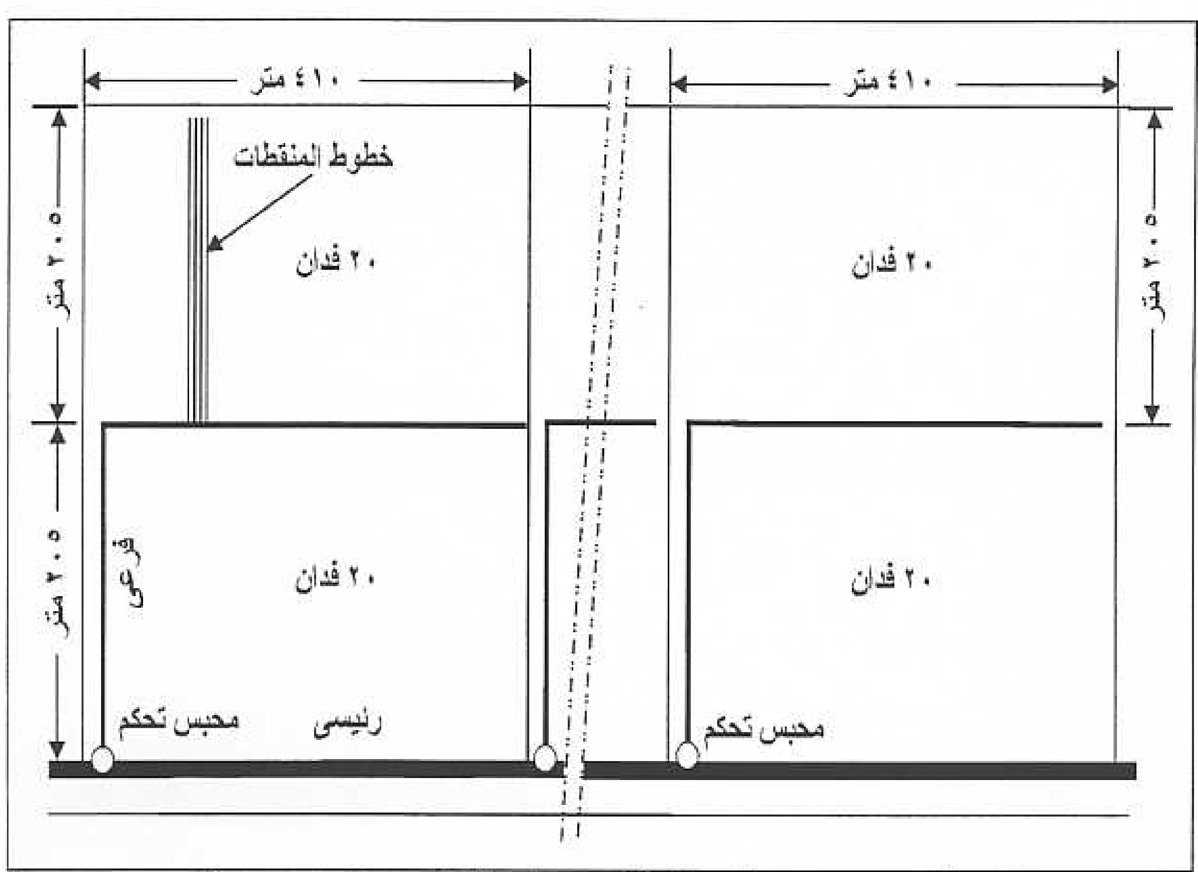
شكل رقم (٣-٤٢)



شكل رقم (٣-٤٣)



شكل رقم (٣-٤٤) نموذج لشبكة رى بالتنقيط لمساحة ٤٠ فدان مع إستخدام نظام المناوبات فى الرى (طول خطوط المنقطات ٤٦ متر)



شكل رقم (٣-٤٥) نموذج لقطعة أرض مقسمة لأجزاء كل منها ٢٠ فدان

٣-٢-٣-٣-٧ الإحتياجات المائية للرى بالتنقيط

يتم تحديد الإحتياجات المائية للرى بالتنقيط بتطبيق المعادلة الآتية :

$$IR_g = ET_c \, K_r \, E_a + L_r - R \qquad (3\text{-}13)$$

$$= IR_n \, E_a + L_r - R$$

حيث :

IR_g = الإحتياج المائى الكلى.

IR_n = الإحتياج المائى الفعلى للنبات.

E_a = مقلوب الكفاءة الكلية للرى (أكبر من ١).

K_r = معامل تخفيض الإحتياجات المائية للنبات والذى يأخذ فى الإعتبار أن النبات لا يغطى مساحة الأرض كلها.

L_r = إحتياجات غسيل التربة.

R = كمية المياه التى تصل للنبات عن طريق آخر غير الرى بالتنقيط (أمطار - مياه أرضية).

ET_c = ET_{crop}

ويمكن حساب قيمة المعامل K_r بإستخدام إحدى المعادلتين الآتيتين:

أ - معادلة كيلر وكارميلى (١٩٧٤) **Keller and Karmeli**

$$K_r = \frac{GC}{0.85}$$

$K_r = 1$ أو   ايهما أصغر   (3-14)

ب - معادلة فريمان وجارزولى : **Freeman and Garzoli**

$$K_r = GC + \frac{1}{2}\left(1 - GC\right) \qquad (3\text{-}15)$$

حيث GC نسبة مساحة الأرض المظللة بالأشجار وقت تعامد الشمس إلى المساحة الكلية .

ويتم تصميم خطوط شبكة الرى بالتنقيط وكذلك يتم تحديد مواصفات المضخة التى تدفع المياه بالشبكة على أساس إعتبار الإحتياجات القصوى للرى Peak Irrigation Requirement ونظرا لإختلاف الإحتياجات المائية للمحاصيل بإختلاف طور نمو المحصول ، فإنه يمكن التحكم فى تمرير الإحتياجات المتغيرة والمطلوبة عن طريق التحكم فى زمن الرى أو الفترة بين الريات ، ويمكن تحديد الإحتياجات المائية القصوى PIR بتطبيق المعادلة (3-13) وفى حالة ما إذا كانت مياه الرى بالمنقطات هى المصدر الوحيد للمياه ، وبإعتبار أن $K_r = 1$ فيمكن تحديد قيمة PIR بإستخدام المعادلة الاتية :

$$PIR = Et_c\, E_a + L_r \qquad (3\text{-}16)$$

حيث وحدات طرفى المعادلة مم / يوم

يمكن حساب أقصى عمق من المياه التى يمكن إعطاؤها فى الرية الواحدة (IA_n) بتطبيق المعادلة الاتية:

$$IA_n = \left(FC - WP\right) d_m \times Z \times \frac{P}{100} \qquad (3\text{-}17)$$

حيث :

IA_n = أقصى عمق من المياه والذى يمكن إعطاؤه للنبات فى الرية الواحدة مم.

FC = نسبة الرطوبة عند السعة الحقلية للتربة.

WP = نسبة الرطوبة عند نقطة الذبول الدائم.

d_m = العجز المسموح لنسبة الرطوبة بالتربة (نسبة مئوية) Allowable moisture deficit ويؤخذ فى المتوسط ٠,٣٠.

Z = عمق الجذور مم.

P = نسبة حجم التربة التى يتم تزويدها بمياه الرى إلى حجم التربة الكلى فى منطقة الجذور.

ويعطى الجدول رقم (٣-١٨) قيم WP & FC والرطوبة المتاحة بالتربة علاوة على قيم قدرة التربة على الإحتفاظ بالرطوبة Holding Capacity وذلك لأنواع مختلفة من التربة.

جدول رقم (٣-١٨)

نوع التربة	الرطوبة كنسبة مئوية بالوزن			قدرة التربة على الإحتفاظ بالمياه مم / متر
	FC	WP	الرطوبة المتاحة	
رملية Sandy	٦ - ١٢	٢ - ٦	٤ - ٦	٧٠ - ١٠٠
Sandy Loam	١٠ - ١٨	٤ - ٨	٦ - ١٠	٩٠ - ١٥٠
Loam	١٨ - ٢٦	٨ - ١٢	١٠ - ١٤	١٤٠ - ١٩٠
Clay Loam	٢٥ - ٣١	١١ - ١٥	١٢ - ١٦	١٧٠ - ٢٢٠
Sity Clay	٢٧ - ٣٥	١٣ - ١٧	١٤ - ١٨	١٨٠ - ٢٣٠
طينية Clay	٣١ - ٣٩	١٥ - ١٩	١٦ - ٢٠	٢٠٠ - ٢٥٠

جدول رقم (٣-١٩) قيم عمق الجذور لبعض الأشجار والمحاصيل

المحصول	عمق الجذور بالمتر
طماطم	١ - ١,٢
خضروات	٠,٣ - ٠,٦
موالح	١ - ١,٢
اشجار الفاكهة التى تسقط أوراقها فى الشتاء	١ - ٢
عنب	١ - ٣

ويتم تحديد أقصى فترة زمنية بين الريات I_i بتطبيق المعادلة الاتية :

$$I_i = \frac{IA_n}{ET_{crop}} \qquad (3\text{-}18)$$

حيث :

IA_n = أقصى عمق للمياه والتى يمكن إعطاؤها للنبات فى الرية الواحدة (مم / الرية).

ET_{crop} = الإحتياجات المائية للنبات (مم / يوم).

I_i = الفترة بين الريات باليوم.

كما يتم تحديد أقل فترة زمنية للرية الواحدة بتطبيق المعادلة الآتية :

$$I_d = \frac{IA_n}{INF_R} \qquad (3\text{-}19)$$

حيث :
IA_n بوحدات (مم / الرية) ، وINF_R هو المعدل الأساسى لإرتشاح الماء فى التربة Infiltration rate (مم / ساعة) ، و I_d هو زمن الرية الواحدة بالساعة.

أما التصرف الكلى للمنقطات عند الشجرة الواحدةQ_T فيمكن حسابه بإستخدام المعادلة الآتية :

$$Q_T = \frac{IR_g\, S_e\, S_i}{I_d} \qquad (3\text{-}20)$$

حيث IR_g عمق المياه المطلوب فى الرية الواحدة (مم / رية) ، S_e المسافة بين المنقطات بالمتر ، S_i المسافة بين خطوط التوزيع بالمتر ، I_d الفترة الزمنية للرية الواحدة (ساعة) و Q_T التصرف الكلى للمنقطات عند كل شجرة (لتر / ساعة).
وبمعلومية تصرف المنقط الواحد ، يتم تحديد عدد المنقطات عند كل شجرة بإستخدام المعادلة الآتية :

$$Ne = \frac{Q_T}{q_e} \qquad (3\text{-}21)$$

حيث Ne عدد المنقطات عند كل شجرة q_e تصرف المنقط الواحد (لتر / ساعة).

٣-٢-٣-٣-٨ الفواقد الهيدروليكية فى حالة التدفق فى المواسير

تنقسم الفواقد الهيدروليكية إلى نوعين :

أ - فواقد بالإحتكاك و Friction head loss h_f
ب - فواقد ثانوية Minor losses h_m

أ - الفواقد الهيدروليكية بالاحتكاك : h_f

يمكن حساب الفواقد بالإحتكام بتطبيق معادلة دارسى - ويزباخ أو معادلة هازن - وليامز.

١ - معادلة دارسى - ويزباخ Darcey – Weisbach equation

$$h_f = f\,\frac{L\,V^2}{D\,2g} \qquad (3\text{-}22)$$

حيث :

h_f = الفاقد بالإحتكاك بالمتر.
f = معامل الإحتكاك.
L = طول الماسورة بالمتر.
V = السرعة المتوسطة للمياه بالماسورة ، متر / ثانية.
D = قطر الماسورة بالمتر.

g = عجلة الجاذبية الأرضية ـ ٩,٨١ م / ث٢

فى حالة الجريان الطبقى Laminar flow :

$$f = \frac{64}{RN}$$

حيث RN رقم رينولدز ، υ اللزوجة الكينماتيكية للمياه. $RN = \frac{VD}{\nu}$

أما فى حالة الجريان المضطرب فيتم حساب قيمة معامل الإحتكاك f بتطبيق معادلة كولبروك ـ وايت : Colebrook – White equation

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = \log_{10}\left(\frac{K_s}{3.71D} + \frac{2.51}{RN\sqrt{P}}\right) \qquad (3\text{-}23)$$

حيث K_s الخشونة المطلقة لمادة الماسورة.

٢ ـ معادلة هازن ـ وليامز Hazen – Williams equation

$$h_f = 6.84\left(\frac{V}{C_{NW}}\right)^{1.82}\frac{L}{D^{1.167}} \qquad (3\text{-}24)$$

حيث C_{NW} معامل الخشونة لهازن ـ ويليامز ويؤخذ كما يلى :

للمواسير الخرسانة	C = 100
مواسير إسبستوس	C = 145
مواسير صلب ملحوم	C = 120
مواسير PVC	C = 150

ب ـ الفواقد الثانوية h_m Minor Losses

وهى الفواقد نتيجة وجود محابس أو كيعان على الخط أو أى عائق آخر ويتم تعيينها من المعادلة :

$$h_m = K_m \frac{V^2}{2g} \qquad (3\text{-}25)$$

حيث K_m معامل يتم تحديد قيمته على حسب نوع المحبس ـ الكوع ـ العائق .... إلخ
ويمكن فى مرحلة التصميم الابتدائى أعتبار أن الفواقد الثانوية فى حدود ١٥%
من الفواقد بالاحتكاك.

ج-الفواقد الهيدروليكية بالاحتكاك فى حالة مواسير التوزيع

فى شبكة الرى بالتنقيط يتم تركيب المنقطات على مسافات معينة على خطوط التوزيع ، حيث تتدفق المياه من خط التوزيع إلى المنقطات ومنها لسطح التربة المحيطة بالشجرة ويعنى ذلك أن تصرف المياه على

إمتداد خط التوزيع يكون متغيرا حيث يتناقص فى إتجاه التدفق. فى مثل هذه الحالات يتم حساب الفاقد بالاحتكاك بإعتبار أن التصرف الكلى سيمر بالخط بالكامل، ثم يتم تخفيض قيمة هذا الفاقد بضربه فى معامل تخفيض (F) ، وهو المعامل الذى يأخذ فى الإعتبار تأثير تناقص التصرف بصورة تدريجية على إمتداد الخط:

$$(h_f) \quad act \quad = \quad Fh_f$$

حيث :

= الفاقد بالاحتكاك الفعلى

h_f = الفاقد بالإحتكاك بإعتبار التصرف بالكامل يمر بالخط.

F = معامل تخفيض الفاقد بالإحتكاك.

ويتوقف قيم المعامل (F) على عدد المنقطات المركبة على الخط.

ويعطى الجدول رقم (٣-٢٠) قيم (F) المناظرة لأعداد مختلفة من المنقطات والتى يتم تركيبها بالخط.

٣-٢-٣-٣-٩ أنواع المنقطات

توجد أنواع عديدة من المنقطات التى يمكن إستخدامها فى نظام الرى بالتنقيط ويشترط فى المنقط الآتى:

- أن يكون منحنى تصرف المنقط مع الضاغط مفلطحا بقدر الإمكان حتى لا يحدث تغيير ملموس فى التصرف عند تغيير الضاغط عند المنقط وهذا الأمر هام فى حالة الخطوط المغذية الطويلة أو حالة الأراضى الغير منبسطة.
- أن تكون قابليتها للإنسداد أقل ما يمكن.
- ألا يتأثر أداؤها بتغير درجة الحرارة.
- أن تكون مصنوعة من مواد تتحمل ظروف التشغيل وأن يكون عمرها الإفتراضى مناسبا.
- أن يكون ثمنها مناسبا.

ويمكن تقسيم أنواع المنقطات تبعا لحركة المياه خلالها للأنواع الرئيسية الآتية:

١ - منقطات ذات الممر الطويل.
٢ - منقطات ذات الفتحة الصغيرة.
٣ - منقطات تتحرك المياه خلالها على هيئة دوامة.

جدول رقم (٣-٢٠)

Values of redaction factor F

Number of outles	Hazen-Williams	Scobey	Darcy – Weisbach
1	1	1	1
2	0.639	0.634	0.625
3	0.535	0.560	0.518
4	0.486	0.480	0.48
5	0.457	0.451	0.440
6	0.435	0.433	0.421
7	0.425	0.422	0.400
8	0.415	0.410	0.398
9	0.409	0.402	0.391
10	0.402	0.396	0.384
11	0.397	0.392	0.380
12	0.394	0.386	0.376
13	0.391	0.384	0.373
14	0.387	0.381	0.370
15	0.384	0.379	0.367
16	0.382	0.377	0.365
17	0.380	0.376	0.363
18	0.379	0.373	0.360
19	0.377	0.372	0.361
20	0.376	0.370	0.359
22	0.374	0.368	0.357
24	0.372	0.366	0.355
26	0.370	0.364	0.352
28	0.369	0.363	0.350
30	0.367	0.362	0.349
35	0.365	0.339	0.347
40	0.364	0.357	0.343
50	0.361	0.355	0.338
100	0.351	0.350	0.336

أما المنقط الذى يعطى تصرفا منتظما لمجال واسع من ضغوط المياه فيسمى Self Compensating والصورة العامة لمعادلة التصرف لهذا المنقط تأخذ الصورة :

$$q = ah^b \qquad (3\text{-}26)$$

حيث :

q = تصرف المنقط لتر / ساعة.
h = ضاغط المياه عند المنقط بالمتر.
a,b = ثوابت خاصة بالمنقط.

والشركات المنتجة للمنقطات تعطى منحنيات للعلاقة بين تصرف المنقط والضاغط ويتراوح الضاغط المطلوب للمنقط بين ٧ إلى ١٠ متر ، بينما يتراوح تصرف المنقط بين ٢ إلى ١٢ لتر / ساعة.
ويتم تثبيت المنقطات إما على خراطيم تتصل بخط المنقطات ، أو بتثبيتها داخل ثقوب فى جدار الخط أو يتم تثبيتها كجزء من الخط وعلى إمتداده.

٣-٢-٣-٣-١٠ طرق توزيع المنقطات حول الأشجار

يبين الشكل رقم (٣-٤٦) الطرق المختلفة التى يمكن إستخدامها لتوزيع المنقطات حول الأشجار ، والتى تتلخص فى الآتى :

١ - حالة خط توزيع واحد لكل خط أشجار .
٢ - حالة خطى توزيع لكل خط أشجار.
٣ - حالة أكثر من منقط واحد لكل شجرة.

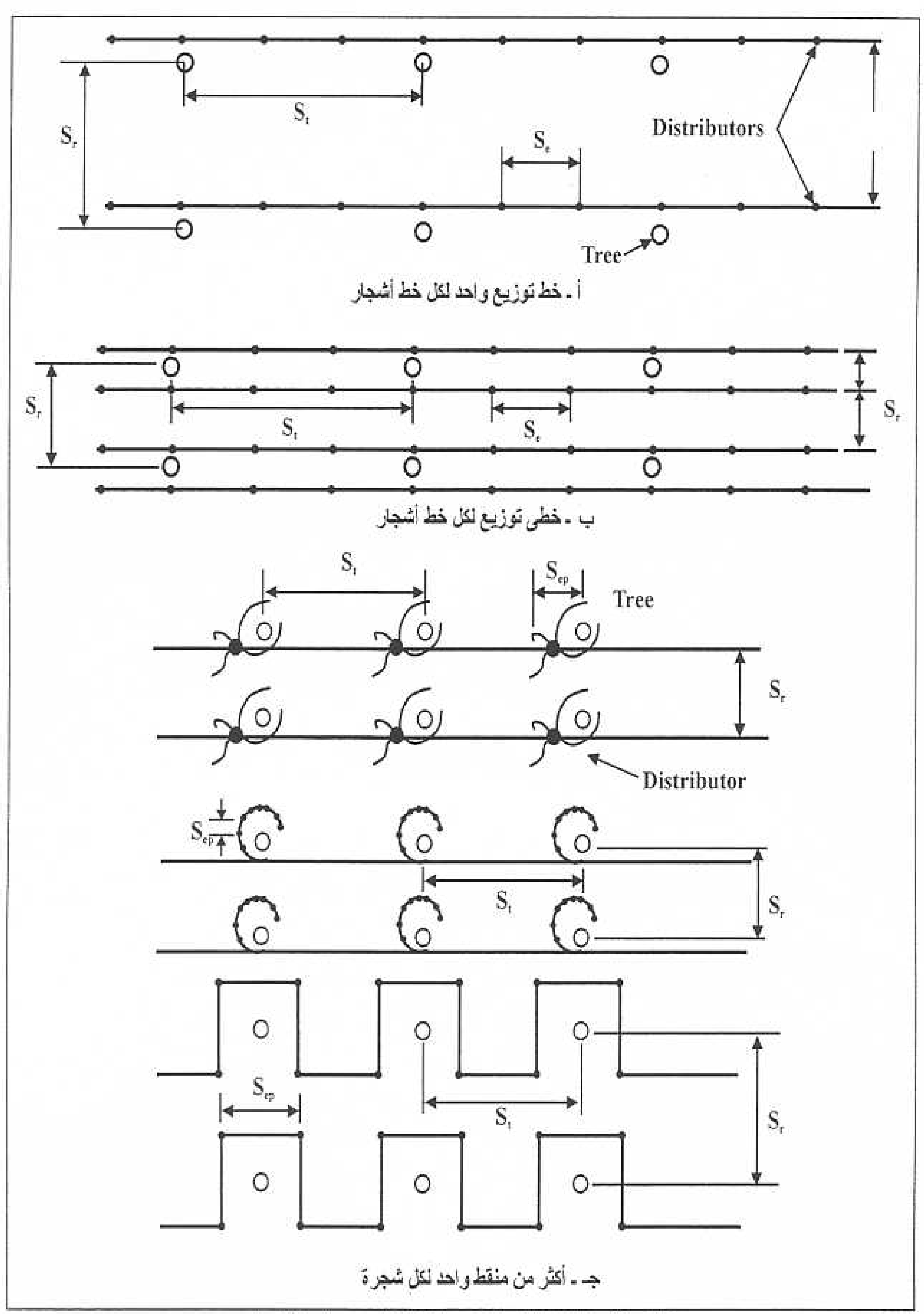
ويتوقف الإسلوب المناسب الواجب إختياره على عدد المنقطات المطلوبة لكل شجرة وعلى سهولة التنفيذ وإجراء الصيانة علاوة على عنصر التكلفة.

٣-٢-٣-٣-١١ تصميم خطوط المنقطات

خطوط المنقطات هى الخطوط التى تنقل مياه الرى من الخطوط الفرعية إلى المنقطات ومنها إلى النبات وتتصل المنقطات بخطوط المنقطات مباشرة أو عن طريق خراطيم بلاستيكية. وهى تصنع عادة من البولى إثيلين وبأقطار تتراوح من ٨ إلى ٢٠مم ، ويجب ألا يقل قطر خط المنقطات عن ١٦ مم لضمان وصول المياه لكافة المنقطات. ويتم تصميم خطوط المنقطات والخطوط الفرعية بحيث لا يتجاوز أقصى فرق لتصرف المنقطات بالمنطقة التى تروى فى نفس الوقت عن ٥٪ إلى ١٠٪ مما يعنى أن أقصى فرق فى الضاغط يكون فى حدود من ١٠٪ إلى ٢٠٪ فى حالة الجريان المضطرب ، ويكون فى حدود من ٥٪ إلى ١٠٪ فى حالة الجريان الطبقى.ويجب الا يزيد طول خط المنقطات عن ١٠٠ متر.

ويتم حساب التصرف التصميمى للخط على ضوء التخطيط الذى تم إعداده للمنطقة ، وبمعلومية عدد الأشجار على الخط ، وعدد المنقطات عند كل شجرة ، والتصريف التصميمى للمنقط الواحد.

وللحصول على تصميم إقتصادى فى حالة الأراضى المنبسطة ، وجد كيللر وكارميللى أن الفاقد فى الطاقة خلال خط المنقطات وخلال الخط الفرعى يكونا بنسبة ٥٥٪ و ٤٥٪ على التوالى من الفاقد الكلى المسموح به.



شكل رقم (٣-٤٦) توزيع المنقطات حول الأشجار

وبدراسة الفواقد الهيدروليكية على إمتداد خطوط المنقطات ، وبإعتبار مجال واسع من أنواع المنقطات ، بين كيلر وكارميللى أن الضاغط المتوسط على إمتداد الخط يكون عند نقطة تبعد مسافة ٠,٣٩ من طول الخط الكلى ، مقاسة من بدايته. كما وجد أن ٧٧٪ من الفاقد فى الطاقة يتم فقده خلال هذا الطول. بينما يتم فقد ٢٣٪ من الفواقد خلال الطول المتبقى من خط شكل (٣-٤٧).

أى أن :

$$hav = hmin + 0.23\ hl = hmax - 0.77\ hl$$

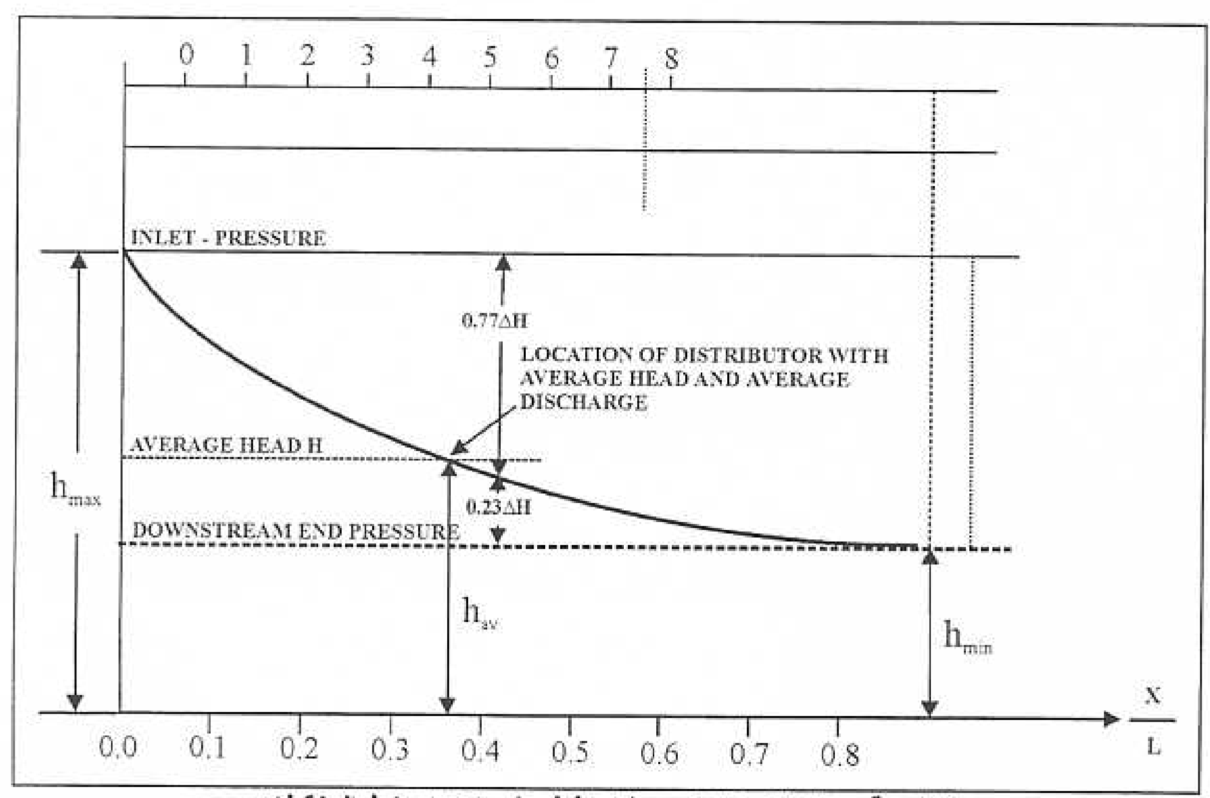
حيث :

= Hav.	الضاغط المتوسط
=Hmin.	أقل قيمة للضاغط ، عند نهاية خط المنقطات.
=Hmax.	أقصى قيمة للضاغط ، عند بداية خط المنقطات.
= hl	الفاقد فى الطاقة خلال خط المنقطات.

ويتم حساب الفواقد الهيدروليكية طبقا للبند ٣-٢-٣-٣-٨

٣-٢-٣-٣-١٢ تصميم الخطوط الفرعية

الخطوط الفرعية هى الخطوط التى تنقل مياه الرى من الخط الرئيسى إلى خطوط المنقطات ومنها إلى المنقطات. والخطوط الفرعية تصنع عادة من مادة بى.فى.سى (PVC) وتدفن تحت سطح الأرض. ولتصميم الخط الفرعى يلزم حساب التصرف التصميمى للخط ، وبإعتبار أن الفواقد الهيدروليكية خلاله تمثل ٤٥٪ من الفواقد الكلية (بند ٣-٢-٣-٣-١١)، يتم حساب قطر الخط الفرعى ، حيث يتم حساب الفواقد الهيدروليكية طبقا للبند(٣-٢-٣-٣-٨) .



شكل رقم (٣-٤٧) توزيع الضاغط على إمتداد خط المنقطات

٣-٢-٣-٣-١٣ تصميم الخطوط الرئيسية

الخط الرئيسى هو الخط الذى ينقل مياه الرى من مصدر المياه بعد إمرارها على الفلتر ، لتوصيلها إلى الخطوط الفرعية. والخط الرئيسى يصنع عادة من مادة بى.فى.سى (PVC) ويدفن تحت سطح الأرض ولتصميم الخط الرئيسى يلزم حساب التصرف التصميمى للخط، وذلك بإعتبار عدد الخطوط الفرعية وتصرف كل منها ومناوبة الرى التى سيتم إتباعها...
ويتم تصميم الخط الرئيسى وتحديد قطره بإعتبار سرعة المياه فى حدودم ١,٠-١,٥ متر / ث.

٣-٢-٣-٣-١٤ إضافة الأسمدة لمياه الرى

يتميز نظام الرى بالتنقيط بإمكانية إضافة الأسمدة مما يقلل من التكاليف فى حالة إضافتها بالطرق التقليدية.
ويمكن إضافة الأسمدة لمياه الرى بإستخدام إحدى الطرق الاتية :

١ - تكوين فرق ضغط على الخط لتمرير جزء من المياه إلى خزان الأسمدة.
٢ - إستخدام مضخة لحقن الأسمدة.

١ - إضافة الأسمدة عن طريق تكوين فرق ضغط على الخط لتمرير جزء من المياه إلى خزان الأسمدة.

حيث يتم ربط الخط الرئيسى بخزان الأسـمدة عن طريق وصـلة فرعية كما هو موضح بالشـكل رقم (٣-٤٨). ويتم تركيب محبس لخفض الضغط على الخط الرئيسى فى المنطقة بين المدخل والمخرج للخزان لتكوين فرق ضغط يسمح بدخول كمية من المياه إلى خزان الأسمدة حيث يتم إذابة الأسمدة فى المياه. ويتم التحكم فى كمية المياه الداخلة للخزان عن طريق محابس التحكم التى يمكن تركيبها والموضحة بالرسم رقم (٣-٤٨). وتتميز هذه الطريقة بعدم الحاجة لإستخدام مضخة.

كما يمكن سحب الأسمدة المطلوبة بطريقة أخرى وذلك بعمل وصله فرعية للخط الرئيسى حيث يتم تكوين ضغط سالب بالوصلة لسحب كمية من السماد المطلوبة من خزان الأسمدة ودفعها للخط. ويتم تكوين الضغط السالب عن طريق تضييق قطر الوصلة الفرعية تدريجيا ثم التوسيع مرة أخرى كما هو موضح بالرسم رقم (٣-٥٠).

٢ - إستخدام مضخة لحقن الأسمدة

حيث يتم حقن الأسمدة بالمعدل المطلوب إلى خزان خط المياه بالأسمدة للحصول على التركيز المطلوب. وهذه الطريقة أكثر تكلفة من الطريقة السابقة شكل (٣-٤٩) .
ومعدل حقن الأسمدة خلال نظام الرى بالتنقيط يمكن حسابها من المعادلة الآتية :

$$q_f = \frac{f_r A}{C t_r l_t} \qquad (3\text{-}27)$$

حيث :

- q_f = معدل حقن محلول الأسمدة، لتر / ساعة.
- f_r = كمية الأسمدة التى تعطى للنبات خلال فترة الرى ، كجم / فدان.
- A = مساحة الأرض المروية بالفدان.
- C = تركيز الأسمدة فى مياه الرى ، كجم / لتر.
- t_r = النسبة بين زمن إضافة الأسمدة للأرض وزمن الرى ، ويؤخذ عادة ٠,٨ لتسمح بوقوف نظام دفع الأسمدة
- l_t = زمن الرى بالساعة.

ويتراوح تركيز الأسمدة فى مياه الرى بالتنقيط (f_e) ما بين نحو ٤ إلى ١٠ جزء فى المليون.
حيث :

$$f_e = 100 f_r / t_r I_d \qquad (3\text{-}28)$$

حيث I_d العمق الكلى لمياه الرى (مم).
وفى طريقة حقن الأسمدة بإستخدام إسلوب تكوين فرق الضغط ، يجب ان تكون سعة خزان محلول الأسمدة كافيا لفترة ريه كاملة. ويمكن حساب حجم الخزان باللتر بتطبيق المعادلة الآتية :

$$V_{ft} = f_r A / C \qquad (3\text{-}29)$$

٣-٢-٣-٣-٥-١٥ الفلتر

يعتبر الفلتر من المكونات الرئيسية لشبكة الرى بالتنقيط وذلك للتغلب على مشكلة إنسداد المنقطات نتيجة وجود المواد المعدنية والعضوية بمياه الرى. كما أن وجود هذه المواد يمكن أن يقلل من كفاءة نقل المياه بالخطوط الرئيسية والفرعية. ويمكن التغلب على هذه المشكلة بإستخدام الفلاتر المناسبة. ولإختيار الفلتر المناسب فإنه يلزم إجراء تحليل لمياه الرى المستخدمة لتحديد نسب المواد العضوية والغير عضوية والمعادن المختلفة وكذا نسب المواد الرسوبية العالقة.
ويمكن فصل المواد الرسوبية العالقة بالمياه بإستخدام إحدى الوسائل الآتية :

١ - خزانات الترسيب.
٢ - فلتر من شباك لحجز المواد.
٣ - فلتر رملى أو فلتر رملى / زلطى.

١ - خزانات الترسيب

تعتمد هذه الطريقة على إدخال المياه إلى خزان الترسيب خلال فتحة علوية وسحبها من فتحة سفلية حيث يمكن فصل الحبيبات أكبر من ٤٠ ميكرون خلال فترة ساعة. على أنه لا يمكن الإعتماد على خزان الترسيب بمفرده لإجراء الفصل الكامل للمواد الرسوبية والعضوية.

٢ - فلتر من شباك لحجز المواد

يمكن حجز المواد العالقة بإستخدام شبكة مصنوعة من الحديد الذى لا يصدأ أو البلاستيك. ويتكون الفلتر عادة من شبكتين الأولى لحجز المواد الأكبر والثانية لحجز المواد الأصغر.

٣ - فلاتر الرمل وفلاتر الرمل / زلط

وهى الفلاتر الشائعة الإستخدام فى نظم الرى بالتنقيط لمختلف نوعيات مياه الرى المتاحة وتستخدم لحجز الحبيبات الدقيقة والتى يمكن أن تمر من فلاتر شبكة حجز المواد . ويتكون هذا النوع من الفلتر من طبقات من الرمل والزلط من مقاسات مختلفة. ويبين الشكل رقم (٣-٥١) قطاع فى فلتر رملى / زلطى،

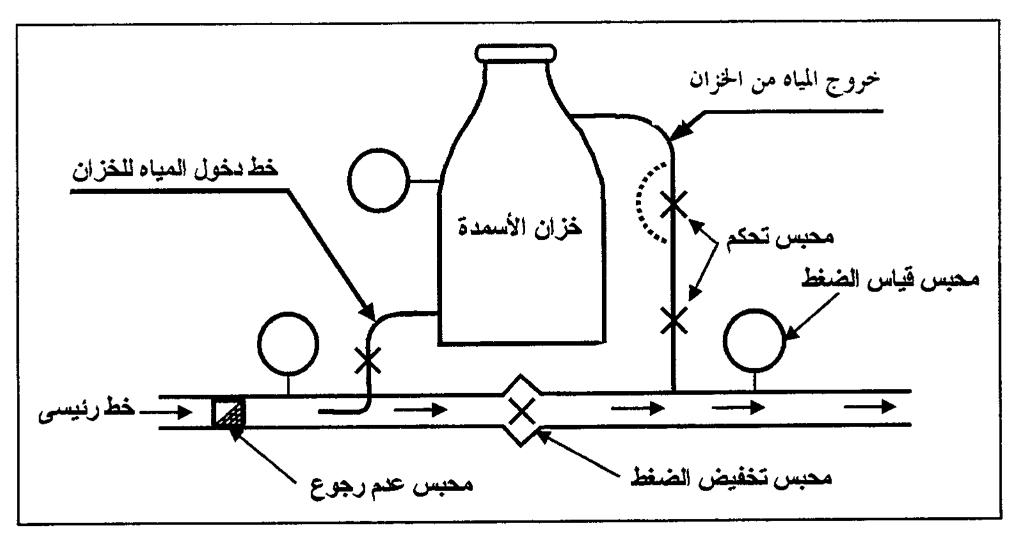
حيث تدخل المياه من أعلى الخزان الذى يبلغ قطره ٤٠٠ مم وتنساب لأسفل مارة بطبقات رملية تليها طبقات زلطية مقاس ٣ مم ثم ٦ مم بإرتفاع ٧٥ مم لكل منهما . ثم تمر المياه خلال فلتر من شبة ذات مقاس صغير.

وفلاتر الرمل يمكنها أن تحـــجز المادة العالقة حتى مقاس ٢٠ ميكرون. ويتراوح سمك طبقة الفلتر بين ١٥ سم و ٩٠ سم. ويراعى تصمـــيم مســاحة مقطع الفلتر بحيث تكـــون سرعة المـيــاه بسيطة لا تتعدى ٣ سم / ثانية.

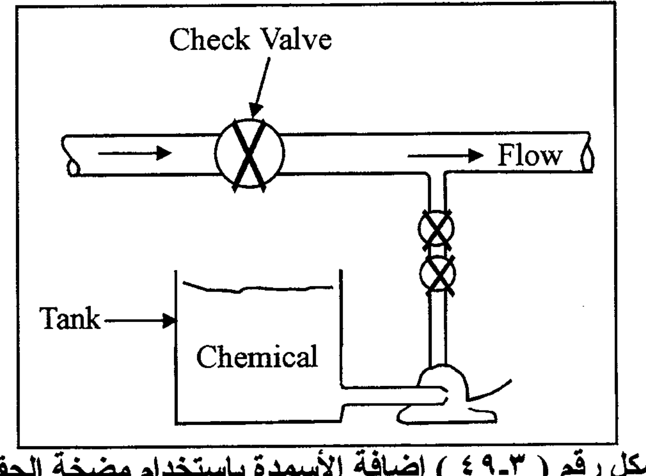
جدول رقم (٣-٢١)

Sand / gravel filter numbers

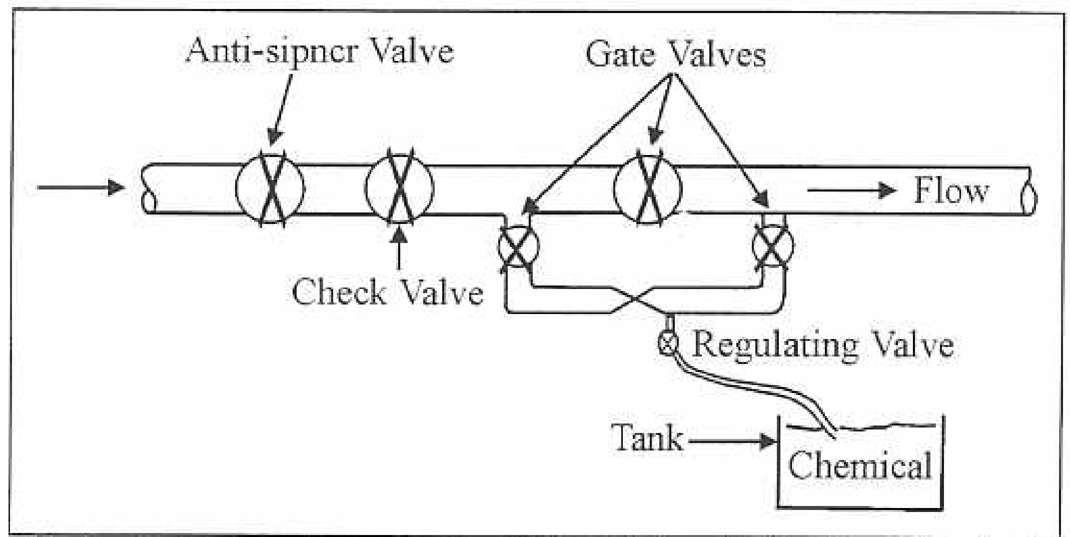
Designation Number	Material	Mean granule size In Microns	Minimum arrested Sediments microns
8	Crushed granite	840	160
11	Crushed granite	952	
16	Silica	806	60
20	Silica	524	40
30	Silica	325	20



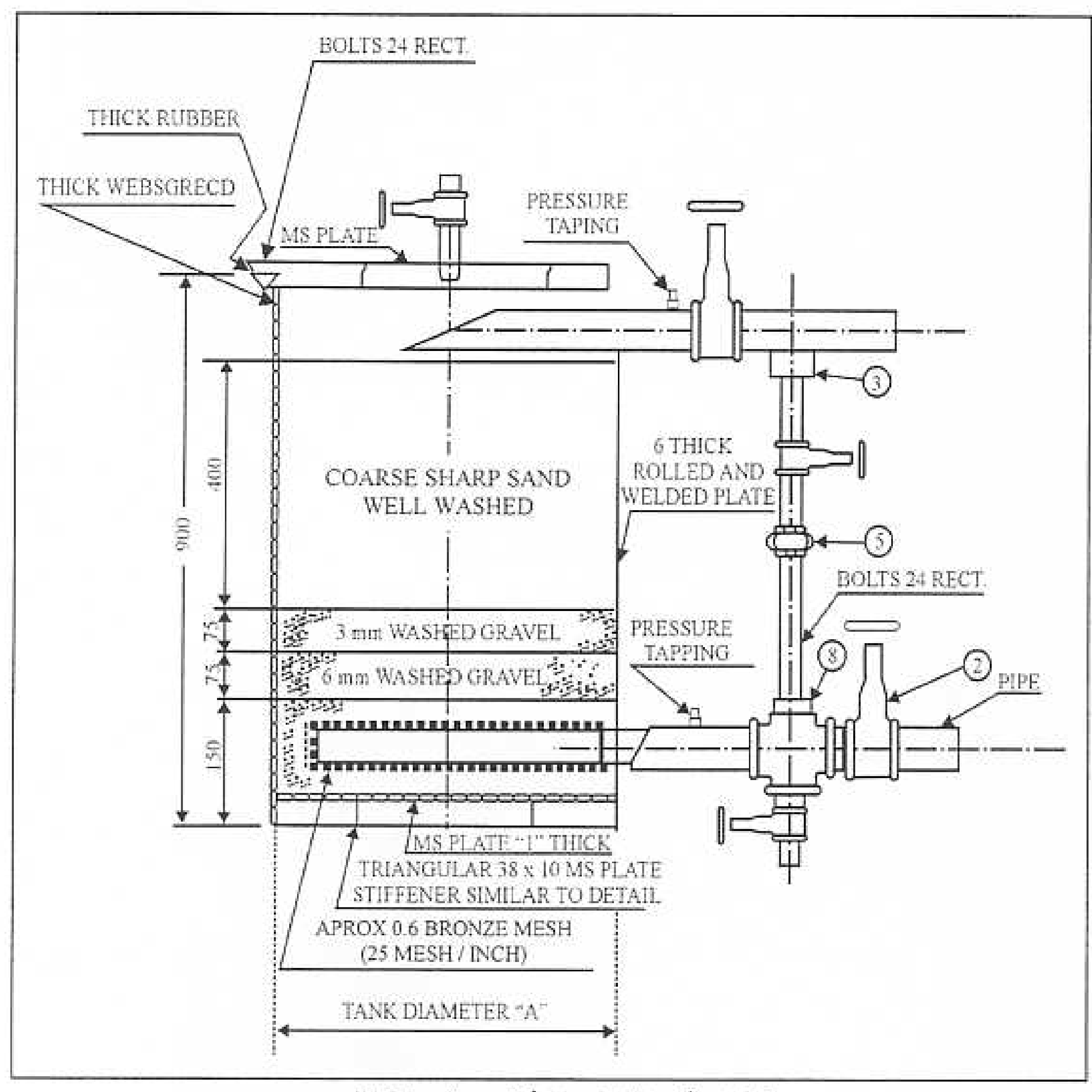
شكل رقم (٣-٤٨) إضافة الأسمدة بتكوين فرق الضغط على الخط بإستخدام محبس تخفيض الضغط



شكل رقم (٣-٤٩) إضافة الأسمدة بإستخدام مضخة الحقن



شكل رقم (٣-٥٠) إضافة الأسمدة بتكوين ضغط سالب على الخط عن طريق تضييق مقطع الماسورة الفرعية



شكل رقم (٣-٥١) فلتر رملى / زلطى

٣-٢-٣-٤ تقييم أداء نظام الرى

تقييم نظم الرى

يهدف تقييم نظم الرى إلى أربعة أغراض رئيسية هى :

أ - تحديد كفاءة النظام تحت ظروف التشغيل السائدة.

ب - تحديد كفاية النظام وإمكانية تحسين هذه الكفاية.

ج - الحصول على بيانات تساعد عند تصميم أى نظام جديد.

د - الحصول على معلومات تمكن من المقارنة بين الطرق والنظم وأساليب التشغيل المختلفة كأسس للوصول إلى قرارات إقتصادية.

يشمل التقييم ظروف القياس عند نقطة أو أكثر يتم إختيارها بحيث تمثل الحقل تمثيلا كاملا ما أمكن ذلك.

المصطلحات والتعريفات

تحتاج نظم الرى على مستوى الحقل وأساليب تشغيلها إلى بعض القياسات لتحديد كفاءة النظام المقابلة للبيانات التصميمية والكفاءة الفعلية تحت ظروف الإدارة السائدة ولكى يكون لجميع أنواع المقارنات أسس ثابته فإن مؤشرات الأداء الثلاثة وهى كفاءة التطبيق النظرية وكفاءة التطبيق الفعلية وإنتظامية التوزيع يجب ان تبنى على أساس متوسط عمق المياه المتسرب أو المخزون فى ربع المساحة التى يصل إليها اقل كمية من المياه.

مؤشرات الأداء

كفاءة التطبيق: هى النسبة المئوية لمتوسط عمق الرى الذى تسرب من سطح التربة وإختزن فى منطقة الجذور إلى متوسط عمق مياه الرى التى تم إضافتها أى أن :

$$\text{كفاءة التطبيق} = \frac{\text{متوسط عمق مياه الرى المتسرب فى منطقة الجذور}}{\text{متوسط عمق مياه الرى المضافة}} \times ١٠٠ \qquad (٣-٣٠)$$

ويفيد هذا المؤشر فى التعريف بكمية المياه التى وصلت بالفعل إلى منطقة الجذور حيث يستطيع النبات أن يستفيد منها بشكل مباشر إلا أنـه لا يعطى فكرة حقيقية عن كفاءة تشغيل نظام الرى على مستوى الحقل حيث من الممكن الحصول على كفاءات مرتفعة فى النظم التى يستخدم فيها الرى تحت السطحى حتى لو كان توزيع المياه غير منتظم وكان الإسراف فى إستخدام المياه كبيرا .

كفاءة التطبيق الفعلية: هى النسبة المئوية لمتوسط عمق مياه الرى الذى تسرب من سطح التربة فى ربع المساحة الأقل إستحواذا على المياه إلى متوسط عمق مياه الرى التى تم إضافتها - ويحسب متوسط عمق المياه فى هذه المساحة من تقسيم كامل مساحة الحقل إلى أربعة أرباع والقياس فى كل منها على حدة - وكذلك فإن كفاءة التطبيق الفعلية تعطى مؤشرا على إنتظامية التوزيع وكفاءة المياه فى نفس الوقت.

إنتظامية التوزيع : هى النسبة المئوية لمتوسط عمق المياه المتسرب فى الربع الأقل إلى متوسط عمق المياه المتسرب على مستوى الحقل ككل أو هى النسبة المئوية لمتوسط عمق المياه المتسرب على مستوى الحقل ككل مطروحا منه متوسط الإبتعاد عن هذا المتوسط إلى متوسط عمق المياه المتسرب على مستوى الحقل ككل .

$$\text{أو هى} = \left(1 - \frac{\text{متوسط الإبتعاد عن متوسط عمق المياه المتسرب}}{\text{متوسط عمق المياه المتسرب}} \right) \times 100 \qquad (٣-٣١)$$

ويستخدم التعريف الأول فى حالات الرى السطحى والرى بالتنقيط حيث يمكن الحصول على عمق المياه المتسرب من قياس نسبة الرطوبة قبل وبعد عملية الرى أما التعريف الثانى (هو نفسه التعريف الثالث) فيستخدم فى حالة الرى بالرش على اساس إستبدال عمق المياه المتسرب بعمق المياه الذى يصل إلى مجموعة من الأوانى التى توضع على أبعاد من مصدر المياه (الرشاش).

نسبة التقدم : هى النسبة بين الوقت الذى تستغرقه المياه للوصول إلى الطرف السفلى للحقل إلى الزمن الذى تصل عنده المياه بالفعل إلى نهاية الحقل وهو الزمن المرغوب إتمام عملية الرى خلاله.

نسبة التخزين : هى النسبة بين متوسط عمق المياه المختزن فى منطقة الجذور وعمق المياه الذى يمكن تخزينه فى هذه المنطقة وتستخدم هذه النسبة مشاركة مع إنتظامية التوزيع وكفاءة التطبيق ويطلق عليها أحيانا كفاءة التخزين.

العجز الرطوبى : هو عمق المياه المطلوب لأعادة المستوى الرطوبى للتربة فى منطقة الجذور إلى السعة الحقلية.

العجز الرطوبى المسموح : هو النسبة المئوية للرطوبة الارضيه المتاحة فى منطقة الجذور المقابلة لتوتر مقبول يمكن للنبات تحمله بدون أضرار فى الإنتاجية .

الخصائص الزمنية

زمن الرى : هو الفترة الزمنية اللازمة لوجود المياه على سطح التربة لإحلال وتعويض العجز الرطوبى.

زمن التطبيق : هو الفترة الزمنية التى تسرى فيها المياه داخل المساحة المروية.

زمن الأنتهاز : هو الفترة الزمنية التى تكون المياه فيها على سطح التربة ولديها الفرصة للتسرب إلى باطنها.

زمن التقدم : هو الفترة الزمنية اللازمة لتقدم المياه من بداية الحقل إلى نهايته.

زمن التباطؤ : هو الفترة الزمنية اللازمة للمياه لتختفى من الطرف العلوى للحقل عقب قفل مصدر المياه عنه.

منحنيات الخصائص :

منحنى التقدم : هو المنحنى الذى يحدد العلاقة بين الزمن منذ فتح المياه إلى الحقل والمسافة التى تحركتها جبهة التقدم.

منحنى الإنحسار : هو المنحنى الذى يحدد العلاقة بين الزمن منذ فتح المياه إلى الحقل والزمن الذى تختفى عنده المياه من سطح التربة عند أى مسافة .

منحنى الرى : هو المنحنى الذى يحدد العلاقة بين زمن الرى على منحنى التقدم عند أى مسافة لتعيين الزمن اللازم لتسرب كمية المياه التى تعوض العجز الرطوبى عند هذه المسافة.

منحنى معدل التسرب : هو المنحنى الذى يحدد العلاقة بين المعدل اللحظى لتسرب المياه داخل قطاع التربة والزمن الذى ينقضى بعد الترطيب المبدئى.

منحنى عمق التسرب التراكمى : هو المنحنى الذى يحدد العلاقة بين عمق المياه المتسربة التراكمية والزمن الذى ينقضى بعد الترطيب المبدئى.

منحنى توزيع عمق التسرب : هو منحنى يحدد عمق المياه المتسربة عند مواقع التسرب التراكمى لزمن الإنتهاز فى المواقع المحددة بالنسبة للرى السطحى أما بالنسبة للرى بالرش فإن هذا المنحنى يحدد عمق المياه التى يتم إصطيادها فى أوانى توضع فى مساحات متماثلة تنظم فى أعماق مرتبة تنازليا .

التقييم الحقلى :

إن معرفة مستوى الكفاءة التى يعمل بها أى نظام للرى أو تأكيد الكفاءة التصميمية لهذا النظام يمكن فقط الحصول عليها عن طريق قياسات الأداء الحقلية . والملاحظات على بعض خصائص الأداء يمكن أن تعطى فكرة تقريبية مناسبة للإستدلال على بعض الخطوات الإصلاحية الواضحة للنظم القائمة فعلا.

سنتطرق فيما يلى إلى تقنيات التقييم الحقلى بالقياس والمعاينة لنظم الرى الرئيسية وهى :

أ - الطرق السطحية والتى تتأثر بالتربة وطبوغرافية سطحها.

ب - الطرق فوق السطحية والتى لا تتأثر مباشرة بالتربة (الرش والتنقيط).

ج - الطرق تحت السطحية والتى تشمل التحكم فى منسوب الماء الجوفى وهذه الطرق لا يوجد حاليا تقنيات متاحة لتقييمها التقييم الكافى.

الرى بالخطوط

يستخدم الرى بالخطوط عادة تحت ظروف تناسب التربة والطبوغرافيا والمحصول بشكل فعال وعند إطلاق المياه فى الخطوط تتسرب هذه المياه إلى التربة عن طريق القاع رأسيا إلى أسفل وعن طريق الجوانب فى الإتجاه الأفقى أيضا ويفقد الماء فى هذه الحالة بالتسرب الزائد عن الحاجة وبالسريان السطحى فى نهاية الخط.

ويكون الحد الأقصى للمسافة بين الخطوط بحيث تسمح الحركة الأفقية بإبتلال المساحة كاملة فى زمن يقل عن زمن الرى اللازم لتعويض العجز الرطوبى عند نهاية الخط وفى بعض الأحيان يمكن زيادة المسافة بين الخطوط لترك جزء من المساحة بدون إبتلال كذلك فإن المحصول المنزرع والميكنة المتاحة يحددان المسافة بين الخطوط فى نفس الوقت.

وحيث أن الجزء الأكبر من الفواقد فى نظام الخطوط يتمثل فى السريان السطحى عند نهاية الخط لذلك فإن إعادة إستخدام هذه المياه تعتبر من الضروريات اللازمة للمحافظة على المياه والتى يلزم إعتبارها جزء من أى نظام من هذه النظم.

ومن الممكن أن يكون قطاع الخط على شكل رقم (٧) ويتميز بصغر الطول المبتل وصغر معدل التسرب وإختلاف مقاديرها بين بداية الحقل ونهايته.

ويتميز الخط ذو القطاع البيضاوى والذى يصل عرضه إلى ٠,٣ م وعمقه إلى ٠,٠٨ م بأن الطول المبتل يكون متماثلا على طول الخط.

ومن الملاحظات العينيةالتى يمكن إجراؤها لتقييم هذا النوع ما يلى :-
أ - جس التربة قرب نهاية الخط وعند نهاية عملية الرى للتأكد من تعويض العجز الرطوبى .
ب - مراقبة الزمن ومعدل السريان السطحى عند نهاية الخط وإعادة إستخدام ما يمكن إستخدامه من هذه المياه مرة أخرى.

وتتناسب إنتظامية التوزيع مع نسبة التقدم فإذا كان الخط متسعا بدرجة كافية تسمح بوصول المياه إلى الطرف الأسفل فى زمن يعادل ربع زمن الرى فإن هذه الإنتظامية قد تصل إلى ٩٠ - ٩٥٪ وفى كثير من الأحوال يتطلب ذلك عمالة كبيرة وقد يصل السريان السطحى إلى ٣٥٪ مما يقلل من كفاءة التطبيق - أما إذا أعيد إستخدام مياه السريان السطحى فإن إنتظامية التوزيع قد تتساوى مع كفاءة التطبيق وتكون الحاجة إلى العمالة أقل ما يمكن.

والقياسات الحقلية التى يمكن عملها تتلخص فى العمليات الاتية:
أ - تحديد إنتظام عمق قطاع التربة فى منطقة الجذور والعجز الرطوبى والمقارنة بينها وبين العجز الرطوبى المسموح.
ب - قياس التصرف فى خطوط إختبار يمكن أن تختار بحيث تكون ذات ثلاثة أحجام : كبيرة وصغيرة ومتوسطة بالنسبة للمتوسط العام للحقل .
ج - قياس معدل التسرب اللحظى لأحد الخطوط المتوسطة الحجم عن طريق قياس المياه الداخلة والمياه الخارجة.
د - قياس معدل التقدم بإستخدام أوتاد توضع ملاصقة للخطوط وعلى أبعاد ٢٠ - ٣٠ م قبل بداية الإختبار مع تسجيل الزمن الذى تصل فيه المياه إلى كل محطة لكل من الأحجام المختلفة للخطوط.
هـ - تحديد عمق التسرب والحركة الأفقية للمياه ودرجة كفاية الرى .
و - تحديد درجة الإنجراف وإرتفاع المياه إلى مناسيب أعلى من جوانب الخط بغرض تقدير الحجم الأفقى الذى يمكن إستخدامه للخطوط.
ز - معاينة وتسجيل الظروف الطبيعية للخط من حيث الشكل والطول المبتل والسطح وما إذا كان جديدا أو مستخدما والميل والرطوبة والتشقق .... إلخ.

والغرض الرئيسى من التقييم هو تعيين أنواع ومقادير الفواقد التى تحدث ثم تحديد كيفية تحسين النظام وطريقة تشغيله.

تتناسب إنتظامية التوزيع التى تصف الإنتظام فى تسرب المياه على طول الخط مع نسبة التقدم كما تسمح كفاءة التطبيق الفعلية التى تحدد كمية المياه التى يمكن أن يستخدمها النبات بتحديد الفواقد الحقيقية والتى تتمثل فى السريان السطحى والتسرب العميق.

والقيمة المرتفعة لنسبة التقدم والقيمة المنخفضة لإنتظامية التوزيع تشير إلى زيادة طول الخطوط والنقص فى أبعاد الخط وزيادة النقص فى العجز الرطوبى المسموح أو صغر المسافة بين الخطوط.

الرى بالشرائح

يستخدم الرى بالشرائح حيث تكون التربة والطبوغرافيا منتظمة بشكل معقول - تشتمل كل وحدة على شريحة ذات عرض مناسب وتكون مستوية فى الإتجاه العمودى على إتجاه إنسياب المياه وتحاط الشريحة بحدين منخفضين بدرجة تسمح بإحتواء المنصرف من المياه وعندما تفتح المياه عند الطرف العلوى يكون معدل إنسيابها بما يسمح بعمق كافى لإنتشارها على كامل عرض الشريحة ويقفل مصدر المياه عندما يصل التقدم إلى (٠,٦ - ٠,٩) من كامل طول الشريحة حسب معدلات التسرب البطىء والتسرب السريع والذى يتوقف على نوعية التربة ويتم رى الجزء السفلى بالمياه المنصرفة أو الزائدة عن حاجة

الجزء العلوى وتفقد المياه بالتسرب العميق أو السريان السطحى من نهاية الشريحة إلا إذا كانت هذه النهاية محاطة بجسر واقى لا يسمح بتمريرها إلى المناطق المجاورة ومن الضرورى أن يكون ميل الشرائح منتظما ومتدرجا .

والرى بالشرائح من النظم المعقدة والتى تحتاج إلى أقصى مستويات المهارة فى الادارة للوصول بها إلى درجة عالية من الكفاءة . وللوصول إلى مثل هذه الكفاءة يجب أن يكون التحكم فى حجم المروى ومعدل التقدم بحيث تتناسب مع ظروف الإنحسار لتعطى بشكل تقريبى زمن إنتهاز متساوى عند بداية ونهاية الشريحة على أن يحدث ذلك لحظيا مع تعويض العجز الرطوبى وأيضا بما يكفى لوصول المياه إلى نقطة معينة عند قفل مصدر المياه بما يقلل من السريان السطحى.

التقييم بالمعاينة

أ - تحديد ما إذا كانت الشرائح جافة بالقدر الكافى للبدء فى عملية الرى .
ب - رسم منحنيات التقدم والإنحسار فإذا كانا متوازيين فإن ذلك يعنى أن إنتظامية الرى جيدة .
جـ - تحديد النقطة التى يقفل عندها مصدر المياه والمسافة التى تقدمتها المياه على طول الشريحة بما يسمح بالوصول بهذه المياه إلى النهاية وبدون فواقد سريان سطحى مرتفعة .
د - بعد إنتهاء عملية الرى وأيضا بعد يومين من إتمامها يلزم التأكد من تعويض العجز الرطوبى.

التقييم بالقياس

تماثل طرق القياس الطرق التى سبق شرحها بالنسبة للرى بالخطوط . ويهدف تقييم الرى بالشرائح إلى تعيين نوع ومقدار الفواقد والعائد الإقتصادى من تغيير النظام أو طريقة تشغيله . وتدرس الإدارة المعقدة للرى بالشرائح عن طريق تقنيتين مختلفتين .

أ - بإستخدام منحنيات الزمن -الذى يستغرقه تحرك المياه مع المسافه من رأس الحقل.
ب - بإستخدام منحنيات عمق التسرب - المسافة.

ومن هذه المنحنيات يمكن تحديد الزمن الذى وصلت فيه المياه عند كل نقطة على طول الشريحة وكذلك الزمن الذى يفترض أن توجد المياه عنده وأيضا معرفة ما إذا كان الزمن والمسافة إلى القفل مناسبين وكذلك ما إذا كان طول الشريحة والعجز الرطوبى المسموح متناسبين وما إذا كان حجم المروى صحيحا وما إذا كان هناك تغيير فى معدل التسرب أو الإنحدار على طول الشريحة (من الأشكال الغريبة لمنحنيات التقدم والإنحسار) وكذلك التأثير الزمنى لتعديل حجم المروى والعجز الرطوبى المسموح وطول الشريحة.

الرى بالأحواض

قد تصل كفاءة التطبيق فى نظام الرى بالأحواض الذى تحاط فيه مساحات مستوية من التربة المنتظمة النوعية بجسور ويطلق عليها كميات محددة من المياه إلى حوالى ٨٥٪ تحددها نسبة التقدم والإنحدار الفعلى لسطح الأرض ومدى إنتظاميته.

والنوع الوحيد من الفواقد فى هذه الحالة هو التسرب العميق ومع ذلك فإن كفاءة التطبيق تكون عمليا متدنية نظرا لأن الأراضى المنخفضة تستخدم كميات كبيرة من مياه الرى لأن معدل التخزين بها يزيد بزيادة ما يصل إليها من المناطق المرتفعة فلكى تقل نسبة التقدم فإن زمن ملء الأحواض يكون قليلا بدرجة عالية للحصول على دقة فى الزمن الكلى بمعنى أن الخطأ لمدة دقيقتين فى زمن ملء مقداره

أما إذا أجريت العديد من التجارب فإن الأجدى تحويل البيانات الأساسية إلى معدلات لتسهيل عمليات المقارنة.

معامل الإنتظامية

من الطرق المعروفة لتوضيح مدى الإنتظام فى توزيع المياه بواسطة الرشاشات إستخدام معامل الإنتظامية والذى يمثل نمط إحصائى لما تم جمعه من المياه فى الأوعية المختلفة.

معامل الإنتظامية = (متوسط المياه التى يتم جمعها فى الوعاء الواحد - متوسط الأبتعاد عن المتوسط) / (متوسط المياه التى يتم جمعها فى الوعاء الواحد) × ١٠٠

كفاءة التطبيق الحدية

تعطى كفاءة التطبيق الحدية مؤشرا عن القدرة التى يمكن أن ينشر بها نظام رى بالرش المياه تحت ظروف الإدارة المثلى مع إهمال الفواقد التى تحدث قبل وصول المياه إلى الرشاش وإعطاء ثمن (٨/١) المساحة مياه رى تقل عن إحتيلجاتها الفعلية وتحسب الفواقد بالبخر وزيادة سرعة الرياح وأى فواقد أخرى على أساس الفرق بين معدل التزويد بالمياه والمعدل الذى يتم الحصول عليه من المياه فى أوعية الإختبار ويكون فى العادة بين (٥ - ١٠٪) أما الفواقد بالتسرب ما قبل وصول المياه إلى الرشاش والتى يتسبب عنها عدم إحكام المواسير والمحابس .... إلخ فتقدر عادة بما يعادل (٣ - ٥٪).

كفاءة التطبيق الفعلية

يلزم لتحديد كفاءة التطبيق الفعلية معرفة كمية العجز الرطوبى حيث أنها تشكل أكبر عمق يمكن تخزينه من المياه فى قطاع التربة.

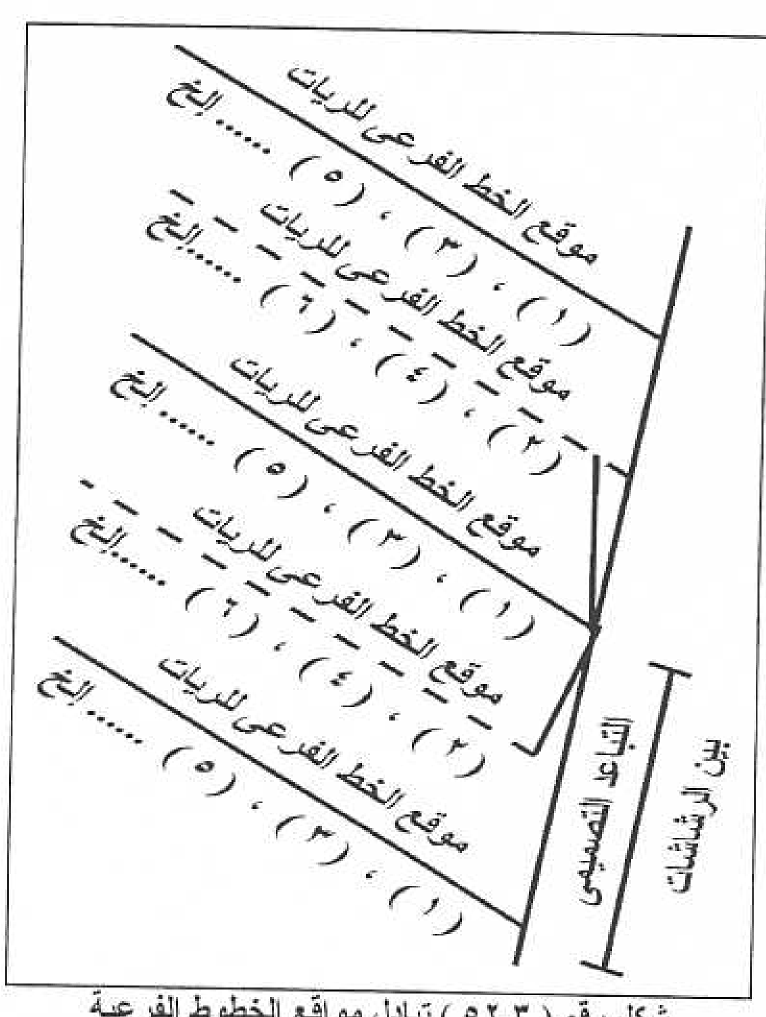
كفاءة التطبيق الفعلية = (متوسط المياه المتسرب والمختزن فى قطاع التربة) / (متوسط عمق التزويد المياه) × ١٠٠

نظام الرى بالرش المحورى

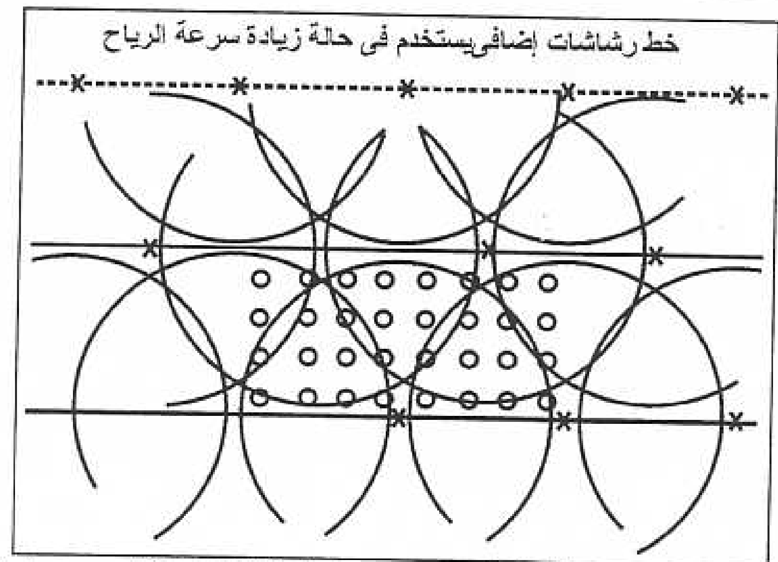
من الممكن أن تصل إنتظامية التوزيع فى نظام الرى بالرش المحورى بسبب إستمرارية الحركة وتوزيع الرشاشات على طول الأنبوبة الرئيسية وإختلاف تصرفات هذه الرشاشات إلى ما يقرب (٩٠٪) وفى الخطوط الطولية التى تزيد عن ٣٠٠ متر يمكن ان يكون معدل المنصرف من المياه أكبر من معدل التسرب إلى باطن التربةحيث يتسبب عن ذلك بعض السريان السطحى كذلك فإنه على مستوى الحقول الكبيرة التى يكون الفارق فى المناسيب بين مختلف أجزائها كبيرا من الممكن أن يؤثر ذلك على الضغوط نسبيا ونظرا لأن النظام يدور حول محور ثابت لذلك فإن تأثير إختلاف سرعات الرياح يكون اقل ما يمكن وقد تزيد الفواقد بالبخر عن نظم الرى بالرش التقليدية نظرا لإرتفاع منسوب الأنبوبة الرئيسية ومن ثم يمكن التوصية فى المناطق التى ترتفع درجة الحرارة بها نهارا بتشغيل النظام ليلا لتقليل الفاقد بالتبخر . كذلك فإن البخر من سطح التربة قد يزيد فى هذا النظام عن النظم الأخرى نظرا لتعدد الريات وقصر الفترة الزمنية بينها ولا يمكن قياس العجز الرطوبى فى التربة كما هو معتاد لنفس هذا السبب وإذا كان تشغيل النظام مستمرا فإنه من الممكن إعطاء كميات من مياه الرى تفوق إحتياجات النبات وتقل بذلك الكفاءة الحقيقية للنظام إلى مستويات متدنية .

الرى بالتنقيط
من المعتاد تشغيل نظم الرى بالتنقيط يوميا خلال فترات أقصى إحتياجات بحيث تكون نسبة الرطوبة فى مركز جذور النبات أعلى من السعة الحقلية بالنسبة لأنواع التربة المتوسطة والخفيفة ومن الممكن أن تكون إنتظامية التوزيع فى حدود (٩٠٪) بشكل سريع مع إستخدام النظام والرقم الذى يعتبر متوسطا لكثير من الأنظمة وهو (٨٠٪) وقد تقل كفاءة التطبيق الفعلية عن هذا الرقم .

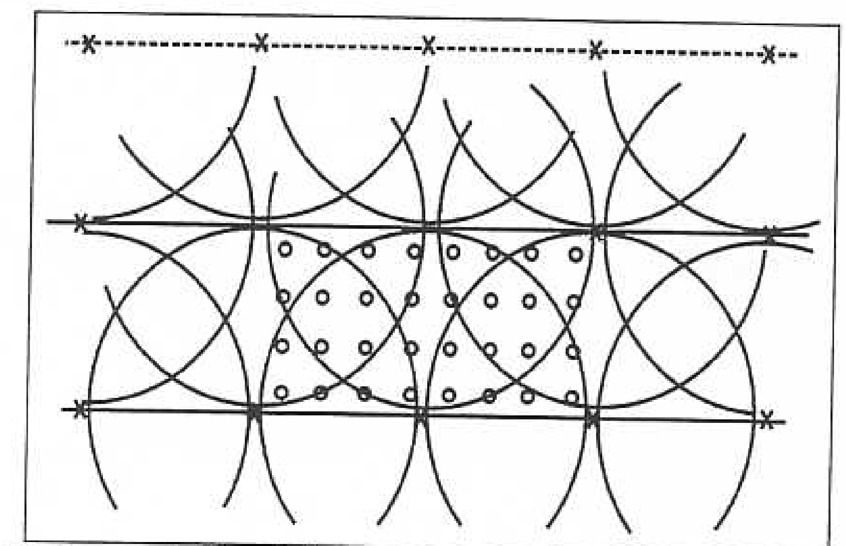
وحيث أنه من غير الممكن قياس العجز الرطوبى ولكن يتم تقديرها من حسابات البخر نتح لذلك فإن الإتجاه يكون دائما لإعطاء مياه أكثر من إحتياج النبات لضمان كفاية هذه المياه إلا أن مداومة هذه العملية تؤدى إلى حدوث فواقد بالتسرب العميق ومن الضرورى فى حالة نظم الرى بالتنقيط مراجعة التقييم سنويا حيث تتدهور حالة هذه النظم بشكل سريع وبمداومة إستخدامها.



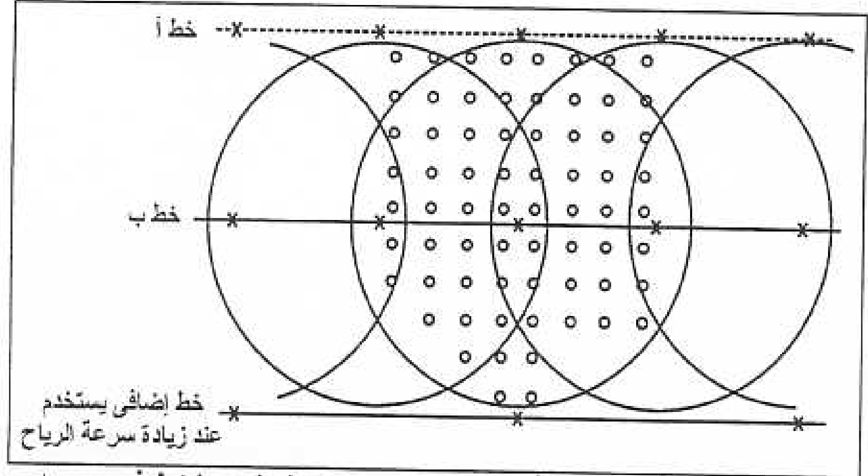
شكل رقم (٣-٥٢) تبادل مواقع الخطوط الفرعية



شكل رقم (٣-٥٣) مواقع أوانى تجميع مياه الرشاشات لنظام مجمع (مثلث)



شكل رقم (٣-٥٤) مواقع أوانى تجميع مياه الرشاشات لنظام مجمع (بلوك)



شكل رقم (٣-٥٥) مواقع أوانى تجميع مياه الرشاشات لخط فرعى واحد

٣-٢-٣-٥ حساب تكاليف نظام الرى

يعود الغرض من تركيب نظم الرى إلى تحقيق عائد إقتصادى لما يتم إنفاقه من أموال لذلك فإنه من الضرورى تحديد تكاليف كل عنصر من عناصر نظام الرى وعند مقارنة التكاليف بالعائد أو الزيادة فى الدخل يمكن معرفة الناتج الصافى لتركيب هذا النظام.

ومن المعتاد أن تحتسب فقط التكاليف الأساسية للنظام إلا أن ذلك قد يكون مغايرا للحقيقة لأن هذه التكاليف الأساسية قد لا تشكل سوى ثلث (٣/١) التكاليف الكلية التى سنعرض فيما يلى دليل عن كيفية حسابها.

وقد إستخدم فى هذا المثال معامل إستعادة رأس المال والذى يشتمل على الإستهلاك المباشر والفوائد على رأس المال فى رقم واحد بمعنى أنه يمكن ضرب السعر الأساسى لأى معدة فى هذا الرقم ومنه يمكن الحصول على تكاليف هذه المعدة فى السنة الواحدة.

التكاليف الكلية للرى

١ - **التكاليف الثابتة :** وتشمل جميع التكاليف التى ينفق فيها جزء من رأس المال بما فى ذلك الضرائب والتأمينات الإجتماعية والإستهلاك السنوى للمعدات والفائدة على رأس المال المدفوع وتشمل التكاليف الثابتة العناصر الآتية :

أ - تكاليف توصيل المياه إلى المزرعة

- تكاليف الإنشاء وتشمل الترع وخطوط المواسير ومحطات الضخ والآبار ... إلخ
- تكاليف التشغيل والصيانة.
- تكاليف المياه إن وجدت.

ب - تكاليف التوزيع

- تكاليف إنشاء الخط الرئيسى والخطوط الفرعية ومحطات الضخ ... إلخ
- تكاليف التركيب.
- تكاليف الطاقة.

ج - الضرائب والتأمينات الإجتماعية

٢ - كيفية حساب نسبة الإستهلاك السنوى للمعدات

يتناقص ثمن أى معدة بمرور الزمن وتعرضها للتدهور الناتج عن إستمرار تشغيلها لذلك يلزم تخفيض ثمن المعدة عاما بعد عام على مدى عمرها الافتراضى ويعادل ذلك إضافة إحتياطى لإستبدال المعدة بأخرى جديدة عندما يصبح ذلك ضروريا.

وهناك عدة طرق لحساب تكاليف الإستهلاك السنوى للمعدات ولكل من هذه الطرق مبرراته فى إثبات صحة خطواتها إلا أن تقدير العمر النافع لأى معدة مسألة تقبل الجدل الواسع ومن ثم فإن دقة حساب تكاليف الإستهلاك بشكل كبير مسألة تقبل الشك والمساءلة.

وفى الأحوال العادية تستخدم طريقة الخط المستقيم فى حساب معدلات الإستهلاك السنوى للمعدات الرأسمالية لسهولة حسابها وفهمها - وبناء عليه يخصم مبلغ محدد من ثمن المعدة سنويا ويشمل هذا الثمن تكاليف التركيب وبذلك فإن ثمن المعدة بعد إنتهاء العمر النافع لها سيقدر بقيمة ضئيلة قد لا تكون أكبر من الصفر بكثير.

إلا أن أى معدة يمكن أن تفقد جزءا كبيرا من قيمتها لأسباب أخرى غير عوامل الإستهلاك العادية مثل حدوث أصطدام بها من أى معدة من معدات الحقل أو تعرض نوعية معينة من الأنابيب للمياه أو تربة عدوانية أو حتى لحدوث تطورات سريعة فى تكنولوجيا إنتاج بعض القطع أو العناصر مما يجعل العناصر القديمة عديمة الفائدة.

على سبيل المثال يؤخذ العمر الإفتراضى للبئر على أنه عشرون عاما إلا أن الإنخفاض السريع فى منسوب المياه والتدهور السريع فى نوعيتها قد يؤدى إلى تدنى الإنتاجية أو زيادة الحاجة إلى تعميق البئر خلال فترة زمنية تقل كثيرا عن هذا العمر الإفتراضى.

وكقاعدة عامة يفترض أن جميع الظروف ستتغير تغيرا معنويا خلال خمسين عاما لذلك لا يوجد إطلاقا ما يبرر إفتراض أن أى معدة يمكن أن تعمل لمدة زمنية أطول من هذه المدة ويبين الجدول رقم (١) العمر النافع لمجموعة من العناصر المختلفة لنظم الرى وحتى يمكن عمل التقديرات المبدئية لأى نظام فإن العمر النافع لأى عنصر يتراوح بشكل عام بين ١٠ - ١٥ سنة وتؤخذ النسبة المئوية للإستهلاك من رأس المال الكلى بحوالى ٨٪ سنويا.

٣ - أسعار الفائدة

من الممكن الحصول على قروض لشراء أى معدات خاصة بنظم الرى وتضاف أسعار الفائدة السائدة على ما يسدد من أقساط من هذه القروض وحتى إذا كان للمزارع القدرة على شراء أى آلات أو معدات نقدا فإن إستثمار هذه الأموال يفترض أن يعود عليه بفائدة نتيجة لهذا الإستثمار. وعند تحديد سعر الفائدة السنوى يلزم إختيار معدل مناسب - فإذا كان الشراء سيتم عن طريق الحصول على قرض خارجى فإن سعر الفائدة على هذا القرض يشكل إنفاقا يضاف على ثمن الشراء الحقيقى للمعدة أما إذا تم شراء آلة أو المعدة نقدا فإن سعر الفائدة السائد هو الأساس فى إحتساب السعر الكلى لهذه الآلة أو هذه المعدة.

وحيث أن سعر المعدة يقل عاما بعد عام لذلك فإن قيم الفائدة التى تدفع كل عام تنخفض تلقائيا مع مرور الزمن ولذلك يجب حساب المتوسط السنوى للفائدة على المعدات الإستثمارية على اساس القيمة المتوسطة لهذه المعدات خلال العمر النافع لها عوضا عن الرأسمال الإستثمارى الأصلى الكلى.

ومن أسهل الطرق لحساب متوسط عمر أى معدة هو إيجاد المتوسط الحسابى لرقمين هما : (أ) السعر الأصلى للمعدة ،(ب) قيمة المعدة عن إنتهاء عمرها النافع .فإذا كان ثمن نظام معين للرى عند الشراء هو (١٠٠٠٠) جنيه وثمن نفس النظام عند إنتهاء العمر الإفتراضى هو (١٠٠٠) جنيه فإن القيمة المتوسطة للنظام تكون (٥٥٠٠) جنيه (١٠٠٠٠ + ١٠٠٠)٢ فإذا كان سعر الفائدة السائد هو ٦٪ مثلا فإن تكاليف الفائدة على هذه المعدات سيكون ٥٥٠٠ × ١٠٠/٦ = ٣٣٠ جنيه سنويا.

٤ ـ التكاليف السنوية الكلية

عند جمع الفائدة السنوية على تكاليف الإستهلاك تنتج التكاليف السنوية الكلية وهناك طريقة أفضل لحساب هذه التكاليف عن طريق مساواة التكاليف الكلية بالمبلغ الذى يمكن الحصول عليه إذا تم شراء معدة معينة بمبلغ معين على أساس العمر الإفتراضى المحدد لهذه المعدة ويعطى الجدول رقم (٣-٢٢) الأقساط السنوية المتوقعة لإستثمار أساس لوحدة المال لأسعار محددة من الفائدة وعدد محدد من السنوات ولحساب التكاليف الثابتة الكلية يلزم ضرب قيمة الأقساط السنوية المقابل لمعدل الفائدة المختار وعدد سنوات العمر النافع للمعدة فى السعر الأصلى لها.

٥ ـ التشغيل والصيانة

تختلف تكاليف التشغيل والصيانة بشدة طبقا للكفاءة التى يمكن أن يتم بها تشغيل المعدات ـ فحتى يتم تشغيل العمالة بطريقة أكثر كفاءة فمن الضرورى التخطيط بحرص لكمية التحرك أمام وخلف وفى جميع الإتجاهات.

مع النظم الصغيرة قد يكون من الضرورى العودة إلى المضخة وقفلها قبل تحريك المواسير فى كل مرة وفى بعض الأحوال يكون تحريك المضخة نفسها ضروريا وفى النظم ذات الحجم الكبير يمكن قفل أحد المحابس أو بعضها لقطع المياه عن الخطوط الفرعية مع ترك المضخة فى حالة إداره.
تعتبر البيانات الآتية ضرورية للتخطيط المبدئى لتقدير تكاليف التشغيل والصيانة السنوية.

أ ـ تحريك الخطوط الفرعية المتنقلة

- نظم التحريك باليد (٥,١) رجل ساعة / هكتار / رية وتعتمد على كثافة وإرتفاع المحصول وكفاءة العمال.
- النظم التى تتحرك على عجلات : ٠,٦ ـ ٠,٨ رجل ساعة / هكتار / رية على أراضى مستوية قابلة للحركة عليها عندما تكون مبتلة
- النظم المجرورة : ٠,٦ رجل ساعة / هكتار / رية للأراضى التى تسهل الحركة فوقها عندما تكون مبتلة.

ب ـ صيانة وإصلاح الرشاشات والنقاطات والمحابس والمواسير المتنقلة

تتراوح قيمة هذه الأعمال بين ٢ ـ ٧٪ من التكاليف الأصلية لكل منها سنويا وتكون أقل ما يمكن للنظم التى تنقل باليد حيث تنقل المواسير ويتم تخزينها بعناية وتكون أكبر ما يمكن للأنظمة المجرورة.

ج ـ تشغيل المضخات

يمكن إهمال هذه التكاليف للمضخات التى تدار بالكهرباء وتقدر بحوالى ١ رجل ساعة / يوم / للمضخات من الأنواع الأخرى.

د ـ تكاليف الطاقة

تعتبر تكاليف الطاقة من البنود الرئيسية وتحتسب بشكل تقريبى على أساس ٢,٤ ـ ٣,٧ حصان ميكانيكى ساعة للتر حسب نوع الآلة المستخدمة.

هـ تكاليف الشحومات والإصلاح للمضخات

لا تزيد هذه التكاليف عن ٥٪ فى السنة من الثمن الأصلى للمضخة بالنسبة للمضخات الكهربائية أما بالنسبة للمضخات الأخرى فتتراوح هذه القيمة بين ٢٠ - ٤٠٪ من التكاليف السنوية للوقود.

و -التكاليف الأخرى

من الممكن أن يكون هناك تكاليف أخرى بالإضافة إلى التكاليف السابق بيانها مثل الضرائب والتأمينات ويلزم فى هذه الحالة إضافة هذه التكاليف على تكاليف المعدات والآلات.

٦ - التكاليف التابعة(الإضافية)

لا تمثل التكاليف المباشرة السابق ذكرها التكاليف الإضافية التى تلزم لتحقيق الزيادة فى الإنتاج فعلى سبيل المثال عندما تكون المياه متاحة بوفرة فإن كميات أكبر من الأسمدة الكيميائية وروث البهائم سيصير إستخدامها للمحافظة على مستوى مرتفع من الإنتاجية وفى هذه الحالة فإن تكاليف العمالة اللازمة لوضعها تعتبر من التكاليف التابعة للرى كذلك فإن تكاليف العمالة والمعدات والمواد اللازمة للحصاد والعمليات المختلفة السابقة لبيع وتسويق هذا المحصول وكذلك تكاليف إبادة الحشرات والآفات يمكن ايضا أن ترتفع ويجب أن يتم تقدير هذه التكاليف بأقصى قدر من الواقعية.

٧ - فوائد الرى

يمكن تقدير فوائد الرى بطريقتين مختلفتين هما طريقة الإستثمار البسيط وطريقة التخطيط الحقلى الشامل.

جدول رقم (٣-٢٢)

مدة الإستهلاك لمختلف عناصر نظم الرى فى المناطق التى يمتد فيها موسم الرى لما بين ٦ - ١٢ شهرا

العنصر	مدى الإستهلاك (سنة)	مدة الإستهلاك (سنة)
الآبار	٥-٥٠	٢٥
المضخات	٣-٢٠	١٥
وحدات توليد الطاقة		
أ - المحركات الكهربية	١٠-٣٠	٢٠
ب - المولدات الديزل	١٠-٢٠	١٥
ج - المولدات تبريد مياه	٤-٢٠	١٠
د - المولدات تبريد هواء	٢-٦	٤
الجرارات	٣-١٥	٨
المنشأت الخرسانيه	١٠-٣٠	٢٠
المواسير الخرسانية	١٠-٣٠	٢٠
المواسير الزهر والأسبستوس	٢٠-٥٠	٣٥

العنصر	مدى الإستهلاك (سنة)	مدة الإستهلاك (سنة)
المواسير الصلب	١٠ـ٣٠	١٥
المواسير الألومنيوم	٥ـ٢٠	١٥
المواسير الصلب المجلفن	٥ـ١٥	١٠
المواسير البلاستيك		
أ ـ المدفونة	١٠ـ٥٠	٣٥
ب ـ المعرضة للشمس	١ـ٥	٣
الرشاشات	١ـ١٠	٧
المحابس	٥ـ٢٠	١٠
المحابس البرونزية	٢٠ـ٥٠	٣٥
النقاطات	١ـ٥	٣

جدول رقم (٣ـ٢٣)
معاملات إستعادة رأس المال الأقساط السنوية التى يمكن أن توفرها وحدة رأس المال

العمر النافع التقديرى (سنة)	سعر الفائدة المركب (٪)					
	٤	٤.٥	٥	٦	٧	٨
١	١,٠٤٠٠	١,٠٤٥٠	١,٠٥٠٠	١,٠٦٠٠	١,٠٧٠٠	١,٠٨٠٠
٢	٠,٥٣٠٢	٠,٥٣٤٠	٠,٥٣٧٨	٠,٥٤٥٤	٠,٥٥٣١	٠,٥٦٠٨
٣	٠,٣٦٠٤	٠,٣٦٣٨	٠,٣٦٧٢	٠,٣٧٤١	٠,٣٨١١	٠,٣٨٨٠
٤	٠,٢٧٥٥	٠,٢٧٨٧	٠,٢٨٢٠	٠,٢٨٨٦	٠,٢٩٥٢	٠,٣٠١٩
٥	٠,٢٢٤٦	٠,٢٢٧٨	٠,٢٣١٠	٠,٢٣٧٤	٠,٢٤٣٩	٠,٢٥٠٥
٦	٠,١٩٠٨	٠,١٩٣٩	٠,١٩٧٠	٠,٢٠٣٤	٠,٢٠٩٨	٠,٢١٦٣
٧	٠,١٦٦٦	٠,١٦٩٧	٠,١٧٢٨	٠,١٧٩١	٠,١٨٥٦	٠,١٩٢١
٨	٠,١٤٨٥	٠,١٥١٦	٠,١٥٤٧	٠,١٦١٠	٠,١٦٧٥	٠,١٧٤٠
٩	٠,١٣٤٥	٠,١٣٧٦	٠,١٤٠٧	٠,١٤٧٠	٠,١٥٣٥	٠,١٦٠١
١٠	٠,١٢٣٣	٠,١٢٦٤	٠,١٢٩٥	٠,١٣٥٩	٠,١٤٢٤	٠,١٤٩٠
١١	٠,١١٤٢	٠,١١٧٢	٠,١٢٠٤	٠,١٢٦٨	٠,١٣٣٤	٠,١٤٠١
١٢	٠,١٠٦٦	٠,١٠٩٧	٠,١١٢٨	٠,١١٢٣	٠,١٢٥٩	٠,١٣٢٧
١٣	٠,١٠٠١	٠,١٠٣٣	٠,١٠٦٥	٠,١١٣٠	٠,١١٩٧	٠,١٢٦٥
١٤	٠,٠٩٤٧	٠,٠٩٧٨	٠,١٠١٠	٠,١٠٧٦	٠,١١٤٣	٠,١٢١٣

العمر النافع التقديرى (سنة)	سعر الفائدة المركب (٪)					
	٤	٤,٥	٥	٦	٧	٨
١٥	٠,٠٨٩٩	٠,٠٩٨١	٠,٠٩٦٣	٠,١٠٣٠	٠,١٠٩٨	٠,١١٦٨
١٦	٠,٠٨٥٨	٠,٠٨٩٠	٠,٠٩٢٣	٠,٠٩٩٠	٠,١٠٥٩	٠,١١٣٠
١٧	٠,٠٨٢٢	٠,٠٨٥٤	٠,٠٨٨٧	٠,٠٩٢٤	٠,١٠٢٤	٠,١٠٩٦
١٨	٠,٠٧٩٠	٠,٠٨٢٢	٠,٠٨٥٦	٠,٠٨٩٦	٠,٠٩٩٤	٠,١٠٦٧
١٩	٠,٠٧٦١	٠,٠٧٩٤	٠,٠٨٢٨		٠,٠٩٦٨	٠,١٠٤١
٢٠	٠,٠٧٣٦	٠,٠٧٦٩	٠,٠٨٠٢	٠,٠٨٧٢	٠,٠٩٤٤	٠,١٠١٩
٢١	٠,٠٧١٣	٠,٠٧٤٦	٠,٠٧٨٠	٠,٠٨٥٠	٠,٠٩٢٣	٠,٠٩٩٨
٢٢	٠,٠٦٩٢	٠,٠٧٢٦	٠,٠٧٦٠	٠,٠٨٣٠	٠,٠٩٠٤	٠,٠٩٨٠
٢٣	٠,٠٦٧٣	٠,٠٦٩٧	٠,٠٧٤١	٠,٠٨١٣	٠,٠٨٨٧	٠,٠٩٦٤
٢٤	٠,٠٦٥٦	٠,٠٦٩٠	٠,٠٧٢٥	٠,٠٧٩٧	٠,٠٨٧٢	٠,٠٩٥٠
٢٥	٠,٠٦٤٠	٠,٠٦٧٤	٠,٠٧١٠	٠,٠٧٨٢	٠,٠٨٥٨	٠,٠٩٣٧
٢٦	٠,٠٥٧٨	٠,٠٦١٤	٠,٠٦٥٠	٠,٠٧٢٦	٠,٠٨٠٦	٠,٠٨٨٨
٢٧	٠,٠٥٣٦	٠,٠٥٧٣	٠,٠٦١١	٠,٠٦٩٠	٠,٠٧٧٢	٠,٠٨٥٨
٢٨	٠,٠٥٠٥	٠,٠٥٤٣	٠,٠٥٨٣	٠,٠٦٦٠	٠,٠٧٥٠	٠,٠٨٣٩
٢٩	٠,٠٤٨٣	٠,٠٥٢٢	٠,٠٥٦٣	٠,٠٦٤٧	٠,٠٧٣٥	٠,٠٨٢٦
٣٠	٠,٠٤٦٦	٠,٠٥٠٦	٠,٠٥٤٨	٠,٠٦٣٤	٠,٠٧٢٥	٠,٠٨١٧

العمر النافع التقديرى (سنة)	سعر الفائدة المركب (٪)					
	٤	٤,٥	٥	٦	٧	٨
١٥	٠,٠٨٩٩	٠,٠٩٨١	٠,٠٩٦٣	٠,١٠٣٠	٠,١٠٩٨	٠,١١٦٨
١٦	٠,٠٨٥٨	٠,٠٨٩٠	٠,٠٩٢٣	٠,٠٩٩٠	٠,١٠٥٩	٠,١١٣٠
١٧	٠,٠٨٢٢	٠,٠٨٥٤	٠,٠٨٨٧	٠,٠٩٢٤	٠,١٠٢٤	٠,١٠٩٦
١٨	٠,٠٧٩٠	٠,٠٨٢٢	٠,٠٨٥٦	٠,٠٨٩٦	٠,٠٩٩٤	٠,١٠٦٧
١٩	٠,٠٧٦١	٠,٠٧٩٤	٠,٠٨٢٨		٠,٠٩٦٨	٠,١٠٤١
٢٠	٠,٠٧٣٦	٠,٠٧٦٩	٠,٠٨٠٢	٠,٠٨٧٢	٠,٠٩٤٤	٠,١٠١٩
٢١	٠,٠٧١٣	٠,٠٧٤٦	٠,٠٧٨٠	٠,٠٨٥٠	٠,٠٩٢٣	٠,٠٩٩٨
٢٢	٠,٠٦٩٢	٠,٠٧٢٦	٠,٠٧٦٠	٠,٠٨٣٠	٠,٠٩٠٤	٠,٠٩٨٠
٢٣	٠,٠٦٧٣	٠,٠٦٩٧	٠,٠٧٤١	٠,٠٨١٣	٠,٠٨٨٧	٠,٠٩٦٤
٢٤	٠,٠٦٥٦	٠,٠٦٩٠	٠,٠٧٢٥	٠,٠٧٩٧	٠,٠٨٧٢	٠,٠٩٥٠
٢٥	٠,٠٦٤٠	٠,٠٦٧٤	٠,٠٧١٠	٠,٠٧٨٢	٠,٠٨٥٨	٠,٠٩٣٧
٢٦	٠,٠٥٧٨	٠,٠٦١٤	٠,٠٦٥٠	٠,٠٧٢٦	٠,٠٨٠٦	٠,٠٨٨٨
٢٧	٠,٠٥٣٦	٠,٠٥٧٣	٠,٠٦١١	٠,٠٦٩٠	٠,٠٧٧٢	٠,٠٨٥٨
٢٨	٠,٠٥٠٥	٠,٠٥٤٣	٠,٠٥٨٣	٠,٠٦٦٠	٠,٠٧٥٠	٠,٠٨٣٩
٢٩	٠,٠٤٨٣	٠,٠٥٢٢	٠,٠٥٦٣	٠,٠٦٤٧	٠,٠٧٣٥	٠,٠٨٢٦
٣٠	٠,٠٤٦٦	٠,٠٥٠٦	٠,٠٥٤٨	٠,٠٦٣٤	٠,٠٧٢٥	٠,٠٨١٧

الباب الرابع
تنمية الموارد المائية

٤-١ نوعية المياه السطحية والتأثير على البيئة

المـاء هو أحد عناصر الحياة الأساسية، وهو يشكل مع الهواء أهمية كبيرة فى البيئة التى نعيش فيها. ومع كون الماء ضروريا فى حد ذاته إلا أن أهميته تكمن فى أنه عنصر لا بديل له فى إنتاج الغذاء وفى التنمية الإقتصـادية والصـحة العامـة. ويعتبر نـهر النيل شريان الحياة فـى مصـر لأنـه المصـدر الرئيسـى لعدة إستخدامات منها الشرب والزراعة والصناعة والملاحة والسياحة وتوليد الكهرباء ... إلخ .

٤-١-١ التعاريف والمصطلحات الأساسية

المياه العذبة فى مصر لها مصدران:

الأول : المياه التى تتواجد داخل الأراضـى المصـرية وتشمل مياه الأمطار ومياه السيول والمياه الجوفية فى الصخور الجيرية والمياه الجوفية العميقة.

الثانى : المياه الدولية التى تأتى إلينا من مسافات بعيدة وتشاركنا فيها عدة دول، وهى أساسا حصتنا من مياه النيل والتى تمثل حوالى ٩٧٪ من موارد مصر المائية المتجددة.

ونـدرة المياه العذبـة ستزداد مـع الوقت ويتنـاقص نصيب الفرد منها خصوصـا وأن زيادة السكان لا تسبب فقط النقص فى كمية المياه بل تدهور نوعيتها مما يضاعف من نقص الكمية الصـالحة للإستخدام الآمن.

حد الفقر المائى:

الحد الذى يصل عنده نصيب الفرد من المياه العذبة إلى حد معين يهدد معه كل مظاهر التنمية، وقد حدده الخبراء بحوالى ١٠٠٠ متر مكعب سنويا (Engelman and LeRoy 1994).

وتجدر الإشـارة هنا إلـى أن المعايير التى تحدد حد الفقر المائى هى معايير إسترشادية تخضع إلى عوامل مختلفة منـها درجـة الوعـى والحالـة الإقتصـادية فقد تستطيع دولـة متقدمة أن تتعايش مـع نقص حـاد فـى نصيب الفرد من المـاء يقل عن ٥٠٠ متر مكعب سنويا، بينما لا تستطيع دولـة نامية تعانى من مشاكل إجتماعية وإقتصادية أن تواجه أعباء التنمية بموارد مائية تصل إلى ١٠٠٠ متر مكعب سنويا.

نوعية المياه:

صلاحية المياه لإستعمالها فى الرى أو الشرب أو الصناعة.

المياه العادمة Wastewater :

هى المياه التى سبق إستخدامها أو النـاتجة عن التجمعات السكانية أو الصناعية والتى تحتوى على مواد مذابة وعالقة وتتكون عادة من ٩٩,٩٪ مياه و ٠,١٪ فضلات.

مياه الصرف الصحى Sewage Wastewater :

هى مياه المجارى المنزلية أو المياه الناتجة عن التجمعات السكانية.

البيئة :

المحيط الحيوى الذى يشمل الكائنـات الحية ومـا يحتويه من مواد وما يحيط به من هواء وماء وتربة وما يقيمه الإنسان من منشآت.

تلوث البيئة :
تغيير فى خواص البيئة مما قد يؤدى بطريق مباشر أو غير مباشر إلى الإضرار بالكائنات الحية أو المنشآت.

تدهور البيئة:
التأثير على البيئة مما يقلل من قيمتها أو يشوه من طبيعتها البيئية أو يضر بالكائنات الحية.

الملوث :
هو كل مادة أو طاقة تعرض الإنسان للخطر أو يمكن أن تعرض صحة الإنسان للخطر أو تهدد سلامته بطريقة مباشرة أو غير مباشرة.

حماية البيئة :
المحافظة على البيئة والإرتقاء بها ومنع تدهورها أو تلوثها أو الإقلال من هذا التلوث.

تقويم التأثير البيئى :
دراسة وتحليل الجدوى البيئية للمشروعات المقترحة التى قد تؤثر إقامتها أو ممارستها للنشاط على سلامة البيئة.

٤-١-٢ عناصر نوعية المياه :
تنقسم عناصر نوعية المياه إلى ثلاثة هى عناصر طبيعية وكيماوية وميكروبيولوجية، وفيما يلى تفصيل لهذه العناصر.

٤-١-٢-١ العناصر الطبيعية

- **اللون والرائحة والطعم :**
  توصف المياه عادة بأنها عديمة اللون والرائحة والطعم.

- **الحرارة :**
  يجب ألا تزيد درجة حرارة المياه عن ٢٥ م.

- **العكارة Turbidity :**
  حالة الماء من حيث وجود مادة دقيقة علقت به ومنعت من مرور الضوء خلاله، وتقدر العكارة بقياس التداخل الضوئى لمرور أشعة الضوء خلال عينة من الماء ومقارنتها بعينات معيارية معلومة العكارة.

٤-١-٢-٢ العناصر الكيماوية

- **التوصيل الكهربائى (Electrical Conductivity (EC)) :**
  درجة التوصيل الكهربائى للأملاح فى المياه، كلما زادت قيمتها دل على زيادة تركيز الأملاح، ويعبر عنها بالملليموز / سم أو ديسيمنز / متر، وتقدير قيمة التوصيل الكهربائى يساعد فى تحديد نوعية المياه المستخدمة فى الرى وذلك لتحديد نوعية المحاصيل التى يمكن زراعتها.

- **الأس الهيدروجينى PH :**
اللوغاريتم السالب لتركيز أيون الأيدروجين ويعبر عن درجة الحموضة أو القلوية فى المياه.

$$PH = - \log_{10}(H^{+})$$

ويكون المحلول متعادلا عند الأس الأيدروجينى ٧. وقيم الأس الأيدروجينى التى تزيد عن ٧ تدل على حالة القلوية والتى تقل عن ٧ تدل على حالة الحامضية والأس الأيدروجينى له أهميته حيث أن التأثير السام لبعض المواد يتغير تبعا للوسط الذى هو فيه.

- **الكاتيونات :**
أيونات تحمل شحنة كهربية موجبة وتشتمل على الصوديوم والكالسيوم والماغنسيوم.

الصوديوم ص$^{+}$: أيون موجب أحادى الشحنة ، لذلك يسمى كاتيون أحادى. وهو من الكاتيونات الرئيسية فى الماء والتى توجد بتركيز عالى. وجميع أملاح الصوديوم لها درجة ذوبان عالية لذلك فإن وجودها فى الماء يسبب زيادة درجة التوصيل الكهربائى EC .
ويتم تقدير الصوديوم بإستخدام طريقة اللهب الضوئى.

الكالسيوم كا$^{++}$: أيون موجب ثنائى الشحنة ، لذلك يسمى كاتيون ثنائى . وتختلف درجة ذوبان أملاح الكالسيوم من ملح إلى آخر. فدرجة ذوبان كبريتات الكالسيوم حوالى ٢جم / لتر بينما تقل درجة ذوبان كربونات الكالسيوم لتصل إلى ٠,٠٠١ جم / لتر فى حين أن درجة ذوبان كلوريد الكالسيوم عالية ولكن يميل الكلورايد أحادى الشحنة السالبة إلى الإتحاد مع الصوديوم أحادى الشحنة الموجبة.
ويتم تقدير الكالسيوم بإستخدام الجهاز الذرى لقياس العناصر أو بإستخدام طريقة المعايرة اللونية.

الماغنسيوم مغ$^{++}$: أيون موجب ثنائى الشحنة لذلك يسمى كاتيون ثنائى . تزيد درجة ذوبان أملاحه وخاصة الكلورايد والكبريتات عن درجة ذوبان أملاح الكالسيوم.
يتم تقدير الماغنسيوم بإستخدام الجهاز الذرى لقياس العناصر أو بطريقة المعايرة اللونية.

والعلاقة بين أملاح الصوديوم الأحادية وأملاح الكالسيوم والماغنسيوم الثنائية تحدد سلوك المياه من حيث القلوية أو التعادل ويتم تحديدها فى مصطلح النسبة المئوية للصوديوم المدمص.

ويعتبر الصوديوم هو العنصر الأساسى المؤثر على باقى الكاتيونات وللصوديوم تأثير سام على النبات والتركيب البنائى للتربة ونفاذية التربة وخاصة التربة الطينية.

- **الأنيونات :**
أيونات تحمل شحنة كهربية سالبة وتشتمل على الكلورايد والكبريتات والكربونات والبيكربونات.

الكورايد كل⁻ : أيون سالب أحادى الشحنة. لذلك يسمى أنيون أحادى. وجميع أملاح الكلوريدات درجة ذوبانها عالية ولذلك فإن الكلورايد له تأثير واضح فى زيادة درجة الملوحة وهنالك علاقة طردية بينهما بحيث إذا كانت قيمة EC عالية نجد أن تركيز الكلورايد عالى والعكس صحيح.
ويتم تقديره بإستخدام طريقة المعايرة اللونية .

الكبريتات كب أ٤⁻⁻ : أنيون ثنائى الشحنة. وتختلف درجة ذوبان أملاحه حسب الشق الموجب فبينما ترتفع درجة ذوبان كبريتات الصوديوم والماغنسيوم نجد أن درجة ذوبان كبريتات الكالسيوم منخفضة (٢جم / لتر).
يتم تقدير هذا الأنيون بإستخدام طريقة العكارة.

الكربونات ك أ٣⁻⁻ : أنيون ثنائى الشحنة. ودرجة ذوبانه منخفضة جدا وخاصة مع أملاح الكالسيوم والماغنسيوم بينما تزيد درجة ذوبانه بالنسبة للصوديوم. ولذلك فوجوده عادة ما يكون بتركيزات قليلة، وتتركز خطورة الكربونات فى وجود كربونات الصوديوم فى المياه التى تسبب القلوية وترفع من قيمة رقم PH. ويمكن أن تتحول الكربونات إلى بيكربونات فى وجود مياه وثانى أكسيد الكربون.

البيكربونات يدك أ٣⁻ : أنيون أحادى الشحنة وتزيد درجة ذوبانه عن الكربونات لذلك فهو يتواجد بصورة أكبر من الكربونات.

- **الأكسجين المذاب :**

هو إصطلاح يدل على كمية الأكسجين المذابة فى الماء ويعبر عنه بالمليجرام / لتر. وبحساب تركيز الأكسجين يمكن توقع قيم إحتياجات الأكسجين الحيوى الممتص والأكسجين الكيماوى وصور النيتروجين المختلفة.

ويجب ألا يقل الأكسجين المذاب فى المياه السطحية العذبة عن ٥ ملليجرام / لتر وإلا يحدث ما يسمى بعفونة المياه.

- **القلوية :**

إصطلاح يستعمل لتمثيل محتوى الكربونات والبيكربونات فى الماء. ويمثل تركيز الأملاح القلوية الذائبة فى المياه مثل كربونات الصوديوم وبيكربونات الصوديوم.

- **الحامضية :**

زيادة تركيز أيون الأيدروجين وحامض الكربونيك فى الماء.

- **العسر :**

مقياس أملاح الكالسيوم والماغنسيوم (كربونات أو كبريتات أو كلوريدات) معبرا عنها كأجزاء من كربونات الكالسيوم فى مليون جزء من الماء ويستدل على وجود عسر الماء ظاهريا عند عدم ذوبان الصابون مع الماء (عدم حدوث فقاقيع أو رغاوى). ويتم تقديره حسابيا.

- **المواد الذائبة الكلية TDS**
نسبة الأملاح الكلية القابلة للذوبان والتى توجد بتركيزات عالية ونسب ذوبانها عالية وهى خاصه بأملاح الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والماغنسيوم، وتقدر الكمية الموجودة فى حجم معين من المياه (جزء فى المليون) أو ملليجرام / لتر.

- **النسبة المئوية للصوديوم :**
نسبة كاتيونات الصوديوم الكلية إلى مجموع الكاتيونات الموجودة فى الماء مضروبا فى ١٠٠.

- **نسبة الصوديوم المدمص SAR :**
العلاقة بين الكاتيونات الأحادية (ص) والكاتيونات الثنائية (كا + مغ)، وكلما زادت هذه النسبة دل ذلك على الإتجاه نحو الصودية (زيادة الصوديوم) وهى تساوى = $ص^{+} / \sqrt{\frac{كا^{++} + مغ^{++}}{٢}}$

وهذه النسبة تحدد نوعية المياه المستخدمة للرى وخاصة فى رى أنواع معينة من الفواكه والمحاصيل.

- **النيتروجين :**
ويكون فى عدة صور :

الأمونيا NH4 : الصورة المختزلة للنيتروجين حيث تسود فى الظروف اللاهوائية وتقاس بالملليجرام / لتر.

النيتريت NO2 : وهى الحالة الوسيطة بين الأمونيا والنيترات وتوجد عادة بتركيزات قليلة أو نادرة وتقاس بالملليجرام / لتر.

النيترات NO3 : وهى الصورة المؤكسدة للنيتروجين ويعبر عنها بالملليجرام / لتر.
وتعد النترات من أهم المركبات غير العضوية التى تضر بالبيئة وتركيزها فى مياه الصرف الزراعى عالى جدا نظرا لتسرب الكميات الزائدة من الأسمدة النيتروجينية التى تضاف إلى التربة فى مياه الصرف.

- **الفسفور :**
يوجد الفوسفور فى المياه الطبيعية ومياه مخلفات الصرف غالبا على صورة فوسفات وهذه الصورة توجد إما ذائبة فى المياه أو مترسبة على رواسب حبيبات التربة فى أجسام الكائنات الدقيقة الحية المائية.

وتتعدد مصادر الفوسفات فى المياه كما يلى :

- الأورثوفوسفات المستخدم فى الزراعة كسماد وهو يتواجد فى المياه السطحية ومياه الصرف.
- الفوسفات المستخدم فى تنقية مياه الغلايات (صرف صناعى).

- الفوسفات العضوى الذى يتكون بواسطة العمليات البيولوجية وهذه الصورة من الفوسفات تتواجد فى مياه مخلفات الصرف من بقايا الطعام والمخلفات الصحية ، كذلك تتكون هذه الصورة العضوية للفوسفات من الأورثوفوسفات وذلك اثناء عملية معالجة المياه بيولوجيا.

- يتواجد الفوسفات أيضا فى رواسب القاع على الصورة العضوية التى تتحول من الصورة الغير عضوية.

- **البوتاسيوم :**
من العناصر الهامة المستخدمة فى التسميد للنبات ، ونقصه يؤثر على تأخير نمو الثمار للنبات.

- **الحديد :**
من الأيونات الموجبة التى توجد بتركيزات منخفضة نظرا لإنخفاض درجة ذوبانها.
وتوجد صورتان للحديد تختلفان على حسب ظروف الأكسدة والإختزال وهما :
  - حديديك ح +++ وهو الصورة المؤكسدة وغير ذائبة.
  - حديدوز ح ++ وهو الصورة المختزلة وذائبة والتى تسود فى ظروف الإختزال (غياب الأكسجين).

- **الأكسجين الحيوى الممتص BOD :**
وهو كمية الأكسجين التى تحتاجها البكتريا لأكسدة المركبات العضوية وتحويلها إلى مواد غير عضوية فى مدة ٥ أيام ، وهو يعطى دلالة على مدى درجة تلوث المياه، ويعبر عنه بالميلليجرام / لتر. وفى حالة وجود مركبات عضوية صعبة التحلل فإن مدة ٥ أيام تكون غير كافية وقد تصل إلى ٣ أسابيع.

- **الأكسجين الكيماوى المستهلك COD :**
وهو كمية الأكسجين اللازم لأكسدة المركبات الكيميائية ويعبر عنها بالملليجرام / لتر. وتتكون أساسا من البروتينات والكربوهيدرات فإذا حدث نوع من تصرف هذه المكونات إلى البيئة المائية المحيطة فإن تحللها الحيوى يؤدى إلى إستنزاف الأكسجين الذائب فى الماء مسببا بذلك ظروف عفونة بالماء.

٤-١-٢-٣ العناصر الميكروبيولوجية

- **البكتريا :**
تعتبر البكتريا أحد أفراد العناصر الميكروبيولوجية وهى أكثرها وجودا من ناحية العدد والجنس والنوع والنشاط، كما أنها أكثرها أهمية فى التغيرات الحيوية.

وتنقسم البكتريا إلى مجموعات على أساس البيئة الأيكولوجية، وهناك تقسيمات أخرى على حسب الشكل المورفولوجى ومصدر الطاقة والإحتياجات الغذائية، كما أن هناك تقسيمات للبكتريا المحبة للملوحة.

وتوجد أنواع كثيرة من البكتريا فى أمعاء الأشخاص الأصحاء، وهذه يفرزها جسم الإنسان مع الفضلات الآدمية. ووجود البكتريا من النوع الذى يسمى E-coli هو المؤشر الرئيسى للدلالة على تلوث المياه

بالـفضـلات الآدمـية أو الصـرف الصـحـى، وقد تـصـل أعدادهـا فى المـيـاه غـير المعـالجـة إلى ٢٢ × ١٠ ^٦^ / ١٠٠(سم ^٣^).

وتلوث المياه بهذه الكائنات الحية الدقيقة تسبب الكثير من الأمراض المعدية مثل التيفويد والكوليرا وبعض أمراض الجهاز الهضمى.

- **الطحالب Algae :**
تعتبر الطحالب من الكائنات الميكروبيولوجية وهى نباتات بسيطة التركيب وتتميز بإحتوائها على مادة الكلوروفيل ومواد ملونة أخرى. وتنقسم الطحالب عادة إلى أربع أنواع :

• الطحالب الخضراء
• الطحالب الخضراء المزرقة
• الدياتومات
• الطحالب الخضراء المصفرة

وتؤثر الطحالب التى توجد بكثرة فى مياه النيل وفروعه على تشغيل وحدات تنقية المياه وخاصة المرشحات حيث تسبب سرعة إنسداد فجوات طبقات الرمل مما يستلزم معه غسيل المرشحات بصفة دائمة.

- **الفيروسات :**
هى كائنات حيه دقيقة ممرضة ، لاترى بالميكروسكوب الضوئى نظرا لصغر حجمها ولكن ترى بالميكروسكوب الإلكترونى. وهى تنقسم بالنسبة للعائل الذى تعيش عليه إلى :

• فيروسات ممرضة للحيوانات
• فيروسات ممرضة للنبات
• فيروسات ممرضة للبكتريا وتسمى بكتريوفاج Bacteriophage

وجميع الفيروسات ممرضة للإنسان. وتتميز الفيروسات بقدرتها على البقاء فى المياه وفى التربة. وتوجد كثير من العوامل التى تؤثر على قدرة الفيروسات على البقاء فى التربة وعلى المحاصيل ، من بينها مستوى الحموضة أو القلوية (PH) ، محتوى الرطوبة ودرجة الحرارة والتعرض لضوء الشمس ومحتوى المادة العضوية. وعادة ما تكون مدة بقاء الفيروسات فى التربة أطول من بقائها على المحاصيل.

وتعد عملية المعالجة الثانوية للمياه والتى تقترن بإضافة الكلور كافية للتخلص تماما من الفيروس من مياه الصرف الصحى.

- **الفطريات Fungi :**
تعتبر الفطريات من العناصر الميكروبيولوجية لكنها أكبرحجما من البكتريا ، وتتأثر الفطريات بدرجة PH وغالبا ما تكون محبة للحموضة.

- **البروتوزوا Protozoa :**
هى كائنات حية دقيقة حيوانية وحيدة الخلية لا ترى إلا بالميكروسكوب. وتوجد تقريبا فى كل مكان لكنها تكثر بوجه خاص فى المياه وتنقسم البروتوزوا إلى أربعة أقسام طبقا لحركتها.

- أنواع متحركة بواسطة الأرجل الكاذبة ، وتوجد عادة فى البرك.
- أنواع متحركة بواسطة الأسواط ، وتوجد فى المياه العذبة والتربة.
- أنواع متحركة بواسطة الأهداب.
- أنواع متحركة جرثومية.

٤-١-٣ مصادر وأسباب تلوث المياه السطحية

تتزايد كميات النفايات السائلة المتولدة من مختلف الأنشطة فى مصر من عام لآخر من جراء زيادة الكميات المستهلكة على المستوى القومى سواء لإرتفاع مستوى المعيشة والتحضر وزيادة الوعى الصحى بالإضافة إلى زيادة أعداد المصانع فضلا عن إمداد القرى المصرية بمياه الشرب ومؤدى ذلك زيادة التصرفات التى يجرى التخلص منها فى :

١ - الشبكات العمومية للصرف الصحى ومنها إلى محطات المعالجة
٢ - المصارف
٣ - نهر النيل والترع
٤ - الأراضى
٥ - البحيرات

وفيما يلى مصادر التلوث

٤-١-٣-١ التلوث من الصناعة

تحتوى مياه الصرف الصناعى على كثير من الملوثات العضوية وغير العضوية وتتباين نوعية مياه الصرف الصناعى من حيث محتواها من الملوثات طبقا لنوعية الصناعة المتولدة عنها. وتعتبر أهم مصادر التلوث الصناعى العناصر الدقيقة والمعادن الثقيلة فى النفايات السائلة الصناعية مثل :
الكادميوم ، الكروم ، الزئبق ، النحاس ، الرصاص ، الزنك.

وبالإضافة إلى هذه العناصر فإن مياه الصرف الصناعى عادة ما تحتوى على نسبة يعتد بها من الأحماض والزيوت والشحومات . والمكونات العضوية مثل البولى كلورنيتد بايعينولات (PCBs) والبولى سايكيليك أروماتيك هيدروكربونات (PAHs) .
وبالنسبة للمياه التى تتولد عن محطات توليد القوى الكهربائية ومياه التبريد الصناعية ، فهى مياه تطبيق خالية من الملوثات العضوية والغير عضوية.

٤-١-٣-٢ التلوث من الزراعة

مياه الصرف الزراعى لن تكون بنفس النوعية التى كانت عليها عندما سحبت للرى حيث ستكون محملة بالأملاح والأسمدة والمبيدات من الأراضى الزراعية بل وربما تحمل الفضلات السائلة لمياه الصرف الصحى ومياه صرف المصانع غير المعالجة التى يتم التخلص منها بهذه المصارف ولو وضع تصور لحجم المشكلة لابد من إستعراض موقف هذه الملوثات.

الأملاح

إن مياه الرى مهما كانت ذات جودة عالية فإنها تحتوى ولو على نسبة ضئيلة من الأملاح كما يبدو من تحليل مياه الرى والتى تعنى أن كل متر مكعب من مياه النيل يحتوى على حوالى ٢٥٠ جرام من الملح وبالتالى فإن إستخدام ٥٠٠٠ متر مكعب منها لرى فدان واحد فى السنة يعنى إضافة ١٢٥٠ كيلوجراما من الملح لنفس الفدان. وهذا يعنى أن رى ألف فدان وصرف المياه الزائدة وما بها من أملاح إلى أى مجرى مائىتعنى إعادة ١٢٥٠ طنا من الملح لهذا المجرى كل عام.

الأسمدة

تتميز الأراضى المصرية بندرة المادة العضوية وبالتالى العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات ويتم تعويض ذلك بإضافة الأسمدة النتروجينية والفوسفورية والأسمدة البلدية.

ورغبة فى زيادة الإنتاج الزراعى يغالى الفلاحون فى إستخدام الأسمدة وقد ثبت أن ٥٠٪ على الأقل من الأسمدة المضافة لا تستفيد منها المحاصيل وتغسل مع مياه الرى وتنقل إلى مياه الصرف والمياه الجوفية وتشير البيانات المختلفة إلى زيادة كبيرة فى النيترات عقب عمليات التسميد وبتتبع حركة النيترات وجد أنها تؤثر إلى عمق قد يصل إلى حوالى ١٠ أمتار تحت السطح.

المبيدات

هى مواد عالية السمية يتم رشها لمقاومة الحشرات وأمراض النبات ولذلك يهتم الفلاحون برش محاصيلهم ربما عدة مرات فى مراحل نمو النبات المختلفة والخطورة ليست فى أن جزءا منها يتسرب فى مياه المصارف والمياه الجوفية فحسب ولكن فى كونها تلتصق بحبيبات التربة ويمتد تأثيرها لفترات زمنية طويلة حتى بعد توقف الرش والأخطر من ذلك أن كميات من المبيدات تصل إلى المجارى المائية نتيجة غسل أدوات الرش بعد الإنتهاء من العمل فى مياه الترع والمصارف كما أن الهواء قد يطيح بالمبيدات أثناء الرش إلى المجارى المائية خصوصا إذا تم الرش بالطائرات كل ذلك يهدد حياة الإنسان والحيوان بل والثروة السمكية.

وتنقسم المبيدات إلى مبيدات حشرية (تعتبر بصفة عامة أكثر سمية) ، مبيدات حشائش ، مبيدات ديدان (المستخدمة فى إبادة ديدان القطن) ومبيدات فطريات وبكتريا.

المياه العادمة غير المعالجة

يترتب على التوسع الزراعى إنشاء عشرات من القرى والمدن الصغيرة النائية والتى تزود غالبا بوسائل بدائية لتجميع ومعالجة مياه الصرف الصحى وتتسرب المياه الغير معالجة من خزانات التحليل لتلوث المياه الجوفية وتنقل إليها البكتريا والميكروبات والجراثيم التى تسير مع حركة المياه الجوفية إلى المجارى المائية.

ولعل الأخطر من ذلك أنه مع إمتلاء هذه الخزانات يتم كسحها وإلقاء ما بها فى المجارى المائية خصوصا المصارف وعندما تصب هذه المصارف فى جسم مائى مثل نهر النيل أو الترع تكون هناك خطورة كبيرة على الصحة العامة.

٤-١-٣-٣ التلوث من الصرف الصحى

معدلات إستهلاك المياه فى زيادة مستمرة للإستعمال المنزلى والصناعى وقد أدى ذلك إلى زيادة مياه الصرف الصحى وحيث أن صرف المياه لحوالى ٢٣٪ من سكان المدن ، ٧٤٪ من سكان القرى لا

يخضع لأى نظام صرف صحى بالإضافة إلى إلقاء هذه المياه فى المصارف الزراعية دون معالجة وما تحتويه من ملوثات عضوية وكم هائل من البكتريا و الفيروسات لذلك فإن هذه المياه تعتبر من اكبر مصادر التلوث للمجارى المائية.

وتحتوى مياه الصرف الصحى الخام على المسببات الرئيسية للأمراض (جراثيم - فيروسات - طفليات - ديدان) وتعتبر مجموعة بكتريا القولون Coliforms من الدلائل البيولوجية الهامة التى تستخدم كدليل على تلوث المياه بمخلفات الصرف الصحى ويرجع ذلك إلا أن هذه البكتريا تتواجد بصورة طبيعية فى أمعاء الإنسان والحيوان وتتواجد مع البراز بنسبة عالية ، وبالتالى فإن وجودها فى الماء يعنى تلوث هذا الماء بالبراز الآدمى والحيوانى وما يحمله ذلك من مخاطر صحية للإنسان والحيوان من حيث إنتقال الأمراض وإنتشارها.

ومن ضمن ملوثات الصرف الصحى أيضا الآتى:

- المواد الصلبة

وهى عبارة عن المواد العالقة والمواد الذائبة - المواد العالقة منها ماهوقابل للترسيب السريع أو البطىء ومنها ما هو غير قابل للترسيب.

وترجع أهمية المواد العالقة بأنها تعتبر المكان المثالى الذى يحدث عليه إدمصاص المواد الكيماوية والكائنات الدقيقة فيؤدى ذلك إلى زيادة تركيزها وتراكمها وسرعة تفاعلها ، كما يتسبب وجود المواد العضوية العالقة بمياه الصرف الصحى إلى خلق بيئة لا هوائية وإنتاج روائح كريهة للمياه.

- الآمونيا والنترات

تعتبر الأمونيا والنترات من أهم الملوثات التى تأتى عن طريق مخلفات الصرف الصحى وفى وجود الأكسجين تتأكسد الأمونيا إلى نتريت. وتعتبر الأمونيا والنترات من دلائل التلوث الهامة التى تكشف عن قدم أو حداثة هذا التلوث فعندما تكون الأمونيا بتركيزات مرتفعة فى موقع ما وفى نفس الوقت يكون تركيز النترات منخفض فهذا يعنى أن الموقع يتعرض لتلوث حديث ومتجدد والعكس يعنى أن الموقع تلوثه قدبم.

- الفسفور

ويلاحظ إرتفاع نسبة الفوسفور عامة بمياه الصرف الصحى عما كانت عليه سابقا وذلك لكثرة إستخدام المنظفات الصناعية بالأنشطة المنزلية والصناعية. ويعتبر وجود الفوسفات فى المياه من العوامل المحددة لنمو الطحالب والنباتات المائية.

- الأكسجين الحيوى الممتص BOD

تعتبر قيمة الأكسجين الحيوى الممتص من الدلائل الهامة لتلوث المياه بالمواد العضوية حيث يعتمد تحليلها الطبيعى بالبكتريا على ما تستهلكه تلك البكتريا من أكسجين وبالتالى فإن قياس قيمة الأكسجبن المستهلك بواسطة البكتريا يعبر عن مدى تلوث المياه بالمواد العضوية القابلة للتحلل البيولوجى.

٤-١-٣-٤ التلوث من المصادر الغير مركزية

بالإضافة إلى مصادر التلوث المركزية السابق ذكرها وهى الزراعة والصناعة والصرف الصحى كذلك توجد أيضا مصادر أخرى للتلوث غير مركزية وهذه المصادر هى البعيدة عن المراقبة بل والتى من الصعب حصرها ومنها على سبيل المثال:

- الرشح من خزانات التحليل فى القرى إلى المجارى المائية أو كسح هذه الخزانات بواسطة الأفراد وإلقاء ما بها فى المجارى المائية.
- الإلقاء بالقمامة والفضلات المنزلية على حواف الترع والمصارف.
- إلقاء البيض الفاسد من مفرخات الدواجن أو الدواجن المريضة أو النافقة فى المجارى المائية.

٤-١-٤ تأثير التلوث على البيئة

٤-١-٤-١ تأثير الملوثات على الإنسان

قد يتسبب التلوث بمياه الصرف الصحى على إدخال العديد من الأمراض المعويةالجرثومية والطفيلية. ومن أكثر الجراثيم إنتشــــارا فى الميـــــاه الملوثة بكتريا الســـــلمونيلا (Salamonella) والشيجلة (Shigella) والأستريكية القولونية (Sherisha Coli) والكوليرا.

ووجود المادة العضوية الناتجة عن تلوث الصرف الصحى قد يتسبب فى وجود وزيادة الطحالب بالماء وهذا غير مقبول حيث قد تتسبب عنه مشكلات تتعلق بالطعم والرائحة والكثير من انواع الطحالب تفرز زيوتا عندما تتحلل خلاياها الميتة وهذه الزيوت تضفى روائح نمطية على المياه وعكارة. علاوة على أن نمو الطحالب والكائنات الأخرى يؤثر على صيانة وتشغيل محطات معالجة المياه.

أما التلوث بالمخلفات الصناعية الغير معالجة والناتج عنه زيادة تركيزات العناصر الدقيقة والثقيلة قد تسبب للإنسان أمراض خطيرة قاتلة. ويتسبب التلوث الزراعى فى حدوث كثير من المشاكل والأمراض **فعلى سبيل المثال :** يؤدى إرتفاع تركيز الأملاح الذائبة بالمياه فى تكوين حصوات الكلى وزيادة أيون الصوديوم يسبب أمراض القلب والشرايين.

أما العناصر السمادية التى تصل إلى المياه السطحية والجوفية فتعتبر مواد سامة وخاصة النترات إذا زادت نسبة تركيزها فى مياه الشرب عن ١٠ جزء فى المليون وكذلك قد يؤدى التلوث بالمبيدات ومنها الهيدروكربونات وسداسى الكلوربنزول إلى إصابات خطيرة. كذلك يوجد تأثير غير مباشر للمياه الملوثة وذلك فيما يتعلق بالمكونات والخصائص الجمالية التى تؤثر على صلاحية المياه للشرب أو الأغراض المنزلية أو الصناعية وهى اللون والطعم والرائحة وعسرة المياه.

٤-١-٤-٢ تأثير الملوثات على المكونات والخصائص الجمالية للمياه

عسرة الماء

عسرة الماء قياس تقليدى لقدرة الماء على التفاعل مع الصابون إذ يتطلب الماء العسر مقدارا كبيرا من الصابون لإنتاج رغوة. ويعزى تقشر مواسير الماء الساخن وغيرها من الأدوات المنزلية إلى الماء العسر ويتسبب عسر الماء من الأيونات الفلزية متعددة التكافؤ الذائبة فيه. والأيونات الأساسية المسببة للعسرة فى الماء العذب هى الكالسيوم والمغنسيوم.

المصادر الطبيعية للعسرة فى الماء هى الصخور الرسوبية وعادة ما ينشأ الماء العسر بالأراضى التى بها تكوينات من الحجر الجيرى. والمياه الجوفية أعسر بوجه عام من المياه السطحية.

والمصدران الصناعيان الرئيسيان للعسرة هما الصناعة الكيميائية اللاعضوية وصناعة التعدين وتستعمل أكاسيد الكالسيوم فى صناعات الورق وتكرير النفط والدباغة. وكذلك يستعمل المغنسيوم فى عمليات شتى فى صناعة النسيج والخزف والأدوية.

كبريتيد الهيدروجين

كبريتيد الهيدروجين غاز سام سريع الإلتهاب له رائحة مميزة كالبيض الفاسد. كبريتيد الهيدروجين وكذلك كبريتيدات القلوية والفلزات الأرضية القلوية الذائبة فى الماء وأملاح الكبريتيدات الذائبة تتفكك فى الماء إلى أيونات كبريتيد التى تتفاعل مع أيونات الهيدروجين لتكون أيون كبريتيد الهيدروجين ويوجد الكبريتيد بشكل طبيعى فى الخامات المعدنية ورواسب الفحم. والكبريتيدات موجودة كذلك فى النفايات الصناعية من النفط والمصانع والبتروكيميائية ومصانع الكيماويات والغاز والورق والمدابغ.

كما تتولد الكبريتيدات عن الجراثيم المختزلة للمركبات. ويمكن أن يكون نمو الجراثيم المختزلة للكبريتيدات فى شبكات التوزيع سببا رئيسيا لمشكلات تتعلق بالطعم والرائحة فى مياه الشرب.

الأكسجين الذائب

يتمثل التاثير الرئيسى للأكسجين الذائب فى الماء على تفاعلات الأكسدة والإختزال التى تشمل الحديد والمنجنيز والنحاس والمركبات التى تحتوى على نتروجين وكبريت وكثيرا ما يؤدى إستنفاذ مستوى الأكسجين الذائب إلى أقل من ٨٠٪ من التشبع إلى تغير طعم الماء ورائحته ولونه وكثيرا ما تصاحب إستنفاذ الأكسجين فى مياه الشرب مشكلات أخرى ففى الظروف اللاهوائية كثيرا ما يحدث إختزال جرثومى للنترات إلى نتريت وكذلك الكبريتات إلى كبريتيد مما ينشأ عنه مشكلات تتعلق بالرائحة.

٤-١-٤-٣ تأثير الملوثات على النباتات والتربة

(١) أثر تركيز الأملاح على إمتصاص النبات للماء

عندما يرتفع تركيز الأملاح فى المحلول الأرضى يرتفع أيضا الضغط الأسموزى لهذا المحلول ويؤدى إرتفاع الضغط الأسموزى للمحلول الأرضى إلى ضعف قدرة النبات على إمتصاص حاجته من الماء من هذا المحلول وقد لاحظ كثير من الباحثين نقص النتح فى النبات بزيادة تركيز الأملاح فى البيئة التى تنمو فيها هذه النباتات .ونتيجة لذلك أعتبرت الأتربة الملحية مماثلة للأتربة العطشى وتعانى النباتات النامية فيها من نقص الماء.

ونستنتج من ذلك أن قدرة النبات على أمتصاص الماء الملحى تنخفض نتيجة لإرتفاع ضغطه الإسموزى ولكن هذه القدرة قد نقصت أيضا لأسباب أخرى فجذور النبات يقل نموها بإستخدام ماء ملحى والجذور هى وسيلة النبات فى إمتصاص الماء كذلك إن وزن الأوراق قد ينخفض وإنخفاض وزن الأوراق يخفض مساحتها وبالتالى عدد الثغور التى يمر الماء المسموح خلالها فنقص النتح لا يعزى لإرتفاع تركيز الأملاح فقط بل أيضا إلى نقص المجموع الجذرى الذى يمتص الماء ونقص وزن الأوراق التى تنتح هذا الماء .

(٢) الأثر النوعى للكاتيونات والأنيونات

تختلف الكاتيونات والأنيونات فى مدى الضرر الذى تسببه للنبات وهو ما يطلق عليه التأثير النوعى لها . وقد أتضح أن أملاح العناصر الثقيلة مثل كلورور النحاس وكلورور الزئبق شديدة الضرر بالنبات بينما أملاح الكالسيوم فى التركيزات العادية قليلة الضرر .

وكما يختلف أثر الكاتيونات كذلك تختلف الأنيونات فى تأثيرها المباشر على نمو النباتات ومن اشد الأنيونات ضررا بالنبات الكربونات والبيكربونات.

(٣) العناصر النادرة الثقيلة

عندما تزداد نسبة تواجدها بالأراضى المروية تتزايد بالتالى تركيزها فى النبات مما يؤثر على نمو النبات والعمليات الفسيولوجية ومن أهم هذه العناصر الزنك والكادميوم والرصاص .

(٤) المواد العضوية

إن إستخدام المياه المحملة بنسبة مرتفعة من المواد العضوية سيؤدى إلى إرتفاع نسبة الكربون إلى الأزوت فى الأرض لأكثر من ١ : ٤٠ وبالتالى إتاحة نسبة أكبر للأزوت وزيادة نسبة الأزوت الممتص وزيادة النمو الخضرى على حساب الثمار .

بالإضافة إلى أن المواد العضوية قد تسبب إنسدادا فى مسام التربة فى الطبقات السطحية مما يتسبب فى وجود ظروف لاهوائية تساعد بعض أنواع من البكتريا من إختزال بعض العناصر المغذية للنبات لتصبح فى صور غير صالحة للإمتصاص وإلى حدوث تغدق وروائح كريهة بالتربة .

فى حالة سيادة أيون الصوديوم فبالتالى تزيد نسبة الصوديوم المتبادل على حبيبات الطينة وإرتفاع نسبة الصوديوم المتبادل يكسب التربة صفات الطينة الرديئة مثل تفرق الحبيبات عند نقص الأملاح الذائبة .
مما يؤدى إلى سد المسام الكبرى للتربة بهذه الحبيبات الدقيقة وبطء نفاذ الماء من سطح التربة إلى باطنها وسوء تهويتها. وينتج عن ذلك أن التربة الصودية بيئة غير مناسبة للنشاط الحيوى سواء كان ذلك النشاط تكاثر الكائنات الأرضية الدقيقة أو نمو الجذور .

٤-١-٤-٤ تأثير الملوثات على الحيوانات والأسماك

تؤثر الملوثات كذلك على الحيوانات كما سبق ذكره وحيث أن بعض الملوثات مثل العناصر الثقيلة وبعض المركبات الكربونية المستخدمة كمبيدات لا يتم هضمها بل تخزن فى كبد وأنسجة الحيوان واللبن وقد تصل بعد ذلك إلى الإنسان عن طريق أكل اللحوم وشرب اللبن.

وقد يؤدى وجود الملوثات بتركيزات أعلى من الحدود المسموح بها إلى تدمير مواقع تكاثر الأسماك وتفريخه وإهلاك الأعشاب المرجانية والحيوانات الصدفية التى تتغذى عليها الأسماك وكذلك زيادة تركيز المواد السامة والمعادن الثقيلة فى الأسماك والتى تنتقل بالتالى إلى الإنسان.

٤-١-٥ مراقبة نوعية المياه

يتطرق هذا الباب أساسا لعرض جمع عينات المياه ولكن نظرا لتأثير نوعية المياه على التربة والنبات فقد تناول هذا الباب وصف مختصر لجمع عينات التربة والنبات.

(أولا) : جمع عينات المياه

٤-١-٥-١ غرض أخذ العينات والمراقبة

لعمل أى مسح بيئى لابد من دراسة وإختبار نوعية المياه ويتم ذلك عن طريق تصميم برامج متكاملة تعرف ببرامج مراقبة نوعية المياه (Water Quality Monitoring Programs).

وتصميم هذه البرامج يشمل الأسس والخطوات الأساسية التالية حيث تعتبر عملية جمع عينات المياه من الخطوات الأساسية لهذه البرامج.
ومن المتصور أنه من الممكن الحصول بسهولة على عينة مياه ممثلة من نهر أو بحيرة أو أى مصدر مائى إلا أن كثيرا من مصادر المياه بها تغيرات مكانية وزمانية بحيث يصبح أخذ عينة مياه ممثلة عملية معقدة وينبغى العناية بأخذ العينات لضمان تمثيلها للماء المطلوب فحصه وتفادى حدوث أى تلوث طارىء قد يؤثر على نتائج ودقة التحاليل المعملية.

ولذلك من الضروروى إتباع الآتى:

- إتباع الأسس والمعايير القياسية لجمع العينات.
- تدريب القائمين بجمع العينات.
- وصف دقيق لموقع العينة وتاريخ وميعاد جمعها.
- وصف طبيعة المصدر المائى.
- وصف العوامل البيئية المحيطة.

وتشمل برامج جمع عينات المياه النقاط التالية :

(١) تحديد مكان أخذ العينة.
(٢) طريقة أخذ العينة والأجهزة المطلوبة.
(٣) حجم وعدد العينات الممثلة.
(٤) وصف العينات وصفا دقيقا.
(٥) نقل العينات إلى المعامل.
(٦) برامج وقوانين ضمان الجودة.

٤-١-٥-٢ تحديد مكان وزمان أخذ العينة

يتم تحديد مواقع وفترات أخذ العينات عند تصميم شبكة القياسات المطلوبة لآى دراسة أو مشروع ويتوقف ذلك على الغرض من الدراسة وكذلك على التغيرات الزمانية والمكانية للمصادر المائية وأسبابها. أما بالنسبة لتحديد مكان أخذ العينة من الموقع المحدد فهى مسئولية المشرف على الأعمال الحقلية ومن المهم أخذ العينات من نفس المكان بالضبط كل مرة. ومن هنا كان من الضرورى عند أول زيارة حقلية وصف كل نقطة قياس وعلى وجه التحديد مكان العينة وصفا دقيقا.

فعند جمع العينات مباشرة من نهر أو جدول أو بحيرة أو مستودع أو نبع أو بئر ضحلة لتحقيق الهدف فى الحصول على عينة ممثلة للماء المطلوب فحصه، لا يستحب أخذ العينة من مكان قريب جدا من الضفاف أو من الرواسب قرب القاع ، كما ينبغى تحاشى مناطق الركود. وفى حالة جمع العينات من طرد محطات الطلمبات تؤخذ العينة أثناء تشغيل وحدات الطرد.

وتختلف نوعية المياه من نقطة إلى أخرى فى نفس المستوى بالقطاع المائى كما تختلف بإختلاف العمق أسفل سطح المياه ويتطابق متوسط ملوحة عينات المياه المأخوذة من أماكن متعددة من القطاع مع ملوحة المياه فى منتصف المجرى وعلى عمق متر بالنسبة للمجارى المائية العميقة أما بالنسبة للمجارى المائية الضحلة فيكون على عمق ٠,٥٠ م.

ولأخذ عينة ممثلة من المجارى المائية الكبيرة أو الأنهار من المفضل أن تكون عينة مركبة من عدة أماكن رأسية بعرض المجرى وكلما زاد عدد العينات أصبحت العينة المركبة أكثر تمثيلا للمجرى.

ويراعى عند جمع العينات إتباع الإرشادات العامة التالية :

- مراعاة أن تكون عينات المياه خالية من الشوائب وأوراق الشجر.
- جمع العينة من إتجاه سريان المياه.
- جمع كمية كافية تسمح بعمل مكررات وإجراء عمليات المراقبة والتحاليل المطلوبة.
- عند أخذ عينات من مياه خام فى مناطق يتوطن بها البلهارسيا ، ينبغى إرتداء قفازات صامدة للماء لتجنب الإتصال المباشر بالماء.
- رصد بيانات دقيقة عن الظروف البيئية المحيطة والمشاكل.

بالنسبة لجمع العينات من الآبار عن طريق المضخات اليدوية والميكانيكية ، ينبغى أولا تشغيل المضخة لطرد الماء الراكد من شبكة المواسير قبل أخذ العينة. وفى حالة أخذ العينات للتحاليل البيولوجية ينبغى تطهير فوهة المضخة بالنار إن أمكن ، ويفضل أن يكون ذلك بواسطة مصباح أو مشعل غازى . ثم تضخ كمية أخرى من الماء قبل أخذ العينة بترك الماء يتدفق من المضخة مباشرة إلى القارورة.

٤ـ١ـ٥ـ٣ حجم العينات وعدد العينات الممثلة

تستخدم لحفظ العينات ونقلها إما أوعية زجاجية أو أوعية مصنوعة من البلاستيك ويتوقف نوع الوعاء المستخدم على التحاليل المطلوبة فمثلا فى حالة تقدير المعادن الثقيلة أو العناصر الدقيقة يستبعد إستخدام الأوعية المصنوعة من أنواع معينة من البلاستيك .

ويتراوح حجم العينة ما بين ٥٠ مللى إلى عدد من اللترات ويتوقف ذلك على نوعية التحاليل وعدد العناصر المطلوب تحليلها وعدد المكررات. ويتم بالمعامل تحديد أحجام العينات اللازمة لتحليل كل عنصر ولابد أن تكون مجهزة ومدرجة بجداول معينة بالمعامل . وبالتالى عند جمع العينة وطبقا لكشف البيانات المرفق والموضح به العناصر المطلوب تحليلها يتم تحديد حجم العينة.

ويراعى عند ملىء الزجاجات ترك فراغ حوالى ١٪ من حجم الوعاء لإحتمال تمدد العينات أثناء التخزين . وفى حالة جمع عينات تحتوى على مركبات عضوية يراعى ترك نصف الوعاء فارغا لأحتواء الغازات الناتجة عن تحلل المركبات العضوية .

عند تصميم برامج القياس أو مراقبة نوعية المياه يقوم المحللون الأخصائيون بتحديد عدد العينات الممثلة لكل موقع وعدد المكررات من كل عينة وذلك طبقا لبرامج ضبط الجودة والتأكد من دقة المكان والعمق وذلك بتكرار جمع العينة بنفس الطريقة ومن نفس المكان عدة مرات .

٤ـ١ـ٥ـ٤ طرق جمع العينات من المجارى المائية والأجهزة المطلوبة

١ ـ العينة الفردية Grab sample

- وهى إما عينة منفردة تؤخذ من مكان محدد وعلى عمق معين وفى زمن محدد وهى غالبا تؤخذ من فم الترع أو مصبات المصارف أو مصبات مخلفات الصرف الصناعى.

- أو عينة فردية مركبة من العينات متساوية الأحجام تؤخذ من أعماق مختلفة من مكان معين بالقطاع المائى وفى زمن محدد ومن الممكن جمع العينة المركبة بواسطة جهاز جمع العينات بإمراره فى مكان واحد على الأعماق المطلوبة.

٢- العينة المركبة Composite sample

وغالبا تؤخذ العينات المركبة من المجارى المائية الصغيرة. ويمكن الحصول عليها إما بخلط أحجام متساوية من عينات فردية يتم تجميعها على فترات زمنية متتالية من مجرى مائى أو من مص أو طرد طلمبات رفع. أو خلط أحجام متساوية من عينات على فترات زمنية متتالية تتناسب إما عكسيا أو طرديا مع تدفق المياه.

٣- العينة التكاملية Depth integrated sample

خلط أحجام متساوية من عدة عينات يتم جمعها من أعماق ثابتة سابق تحديدها من نقط مختلفة بعرض المجرى المائى وغالبا يبدأ جمع العينة على بعد ٦٠ سم من سطح الماء وحتى إرتفاع ٦٠ سم من قاع المجرى ومن الصعب جمع هذا النوع من العينات فى المجارى المائية الضحلة نظرا لتعذر وجود الأعماق المطلوبة.

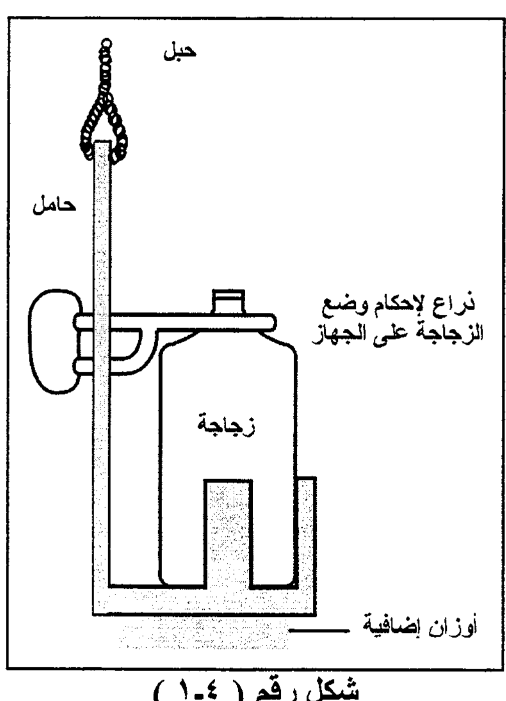
أجهزة جمع العينات

توجد أنواع عديدة مختلفة من الأجهزة الحقلية لجمع العينات سواء الفردية أو المركبة وفيما يلى عرض لبعض منها :

١- جامع العينات الحديدى (Sampling Iron).

عبارة عن حامل من الحديد المطلى بمادة مانعة للصدأ به حيز لحمل زجاجات جمع العينات قد تختلف فى الحجم لتصل سعتها إلى (٣) لتر ويبلغ وزن الجهاز حوالى ٢,٧ كجم ومن الممكن زيادة الوزن بتثبيت أثقال إضافية لضمان الحفاظ على الجهاز فى وضع رأسى تماما بالماء وخاصة فى وجود التيارات المائية الشديدة.

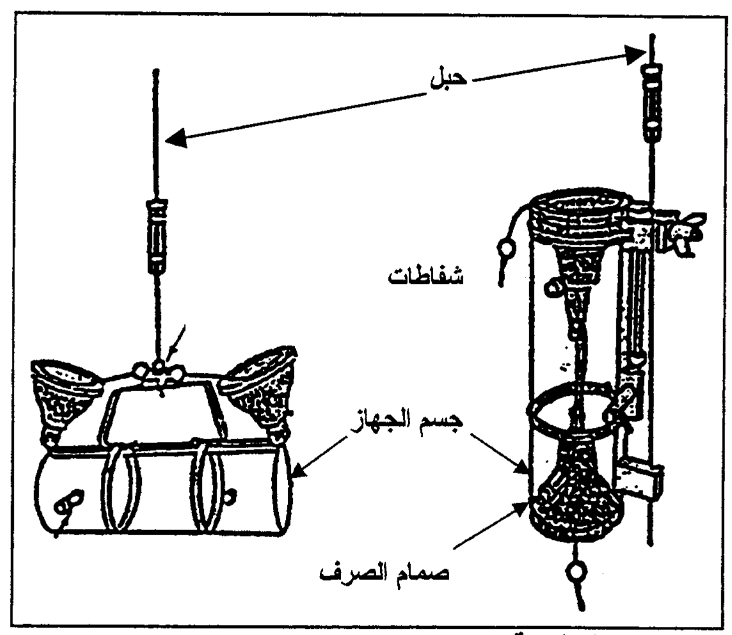
ويمكن إستخدام هذا الجهاز فى جمع عينات تكاملية بوضعه عند العمق المطلوب ثم سحبه بمعدل ثابت حتى تمتلىء الزجاجة عند وصولها إلى سطح الماء (شكل رقم ٤-١).



شكل رقم (٤-١)

٢- جامع العينات الإسطوانى (Van Dorn Bottle)

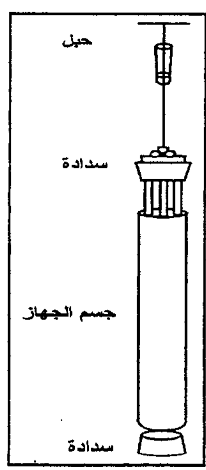
صمم هذا الجهاز لجمع العينات على عمق متر أو أكثر والجهاز الموضح فى الشكل مصنوع من أنواع معينة من البلاستيك ليس لها تأثيرات على المكونات الكيميائية للمياه لذلك فهو يستخدم فى جمع العينات المستخدمة فى تحليل العناصر الثقيلة والنادره والجهاز مزود بشفاطات للملأ وبصمام صرف لتفريغ العينة والجهاز إما أفقى الجسم ويستخدم عند جمع العينات القريبة من القاع فى مناطق تداخل المياه مع الرواسب أو من المجارى المائية الضحلة ، وإما رأسى لجمع العينات من أعماق مختلفة ، وقد يستخدم الجهاز فى جمع عينات يصل حجمها إلى ١٦ لتر (شكل رقم ٤-٢).



شكل رقم (٤-٢) Van Dorn bottle

٣- جامع العينات الرأسى (Kemmerer sampler)

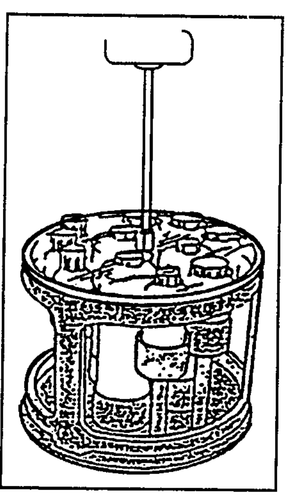
يعتبر من أقدم أجهزة جمع العينات ويستخدم عند جمع العينات من أعماق متر أو أكثر والجهاز الموضح بالشكل (٤-٣) إما مصنوع من النحاس أو النحاس المطلى بالنيكل أو من أنواع معينة من البلاستيك لجمع العينات الخاصة بالعناصر الدقيقة و سعة الجهاز تتراوح من ٥ - ٨ لتر.



شكل رقم (٤-٣) Kemmerer sampler

٤- جامع العينات المضاعف (Multiple Sampler)

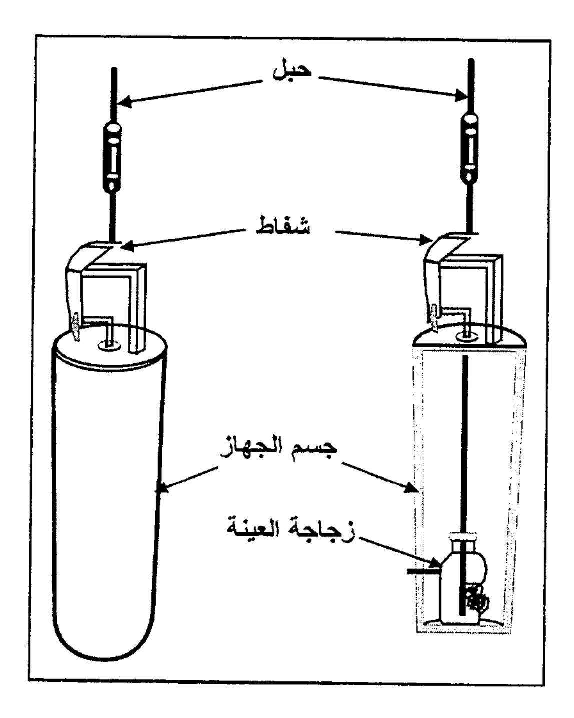
يستخدم هذا الجهاز للحصول على عدة عينات فى وقت واحد بأحجام متساوية أو مختلفة. كل عينة يتم تجميعها فى زجاجة منفصلة. ممكن أن يستوعب الجهاز أحجام وأعداد مختلفة من الزجاجات طبقا للغرض من التحليل، ويتم ذلك بتغيير أحجام وأطوال وفتحة الزجاجة شكل (٤-٤).



شكل رقم (٤-٤) Multiple Sampler

٥- جامع العينات للأكسجين الذائب Dissolved Oxygen Sampler

يستخدم هذا الجهاز فى جمع عينات للتحاليل البيولوجية وعلى وجه الخصوص لتقدير كمية الأكسجين الذائب فى المياه شكل (٤-٥) ويتم جمع العينة عن طريق فتحة ضيقة بالجهاز متصلة بأنبوبة محكمة بغطاء زجاجة العينة وذلك لتفادى وصول الهواء إلى الجهاز أو الزجاجة وإختلاط العينة بالأكسجين الهوائى.



شكل رقم (٤-٥) Dissolved Oxygen Sampler

٤-١-٥-٥ وصف العينات
يرفق بكل عينة رقم الزجاجة والبيان الخاص بها ويحتوى هذا البيان على رقم العينة - الرقم الكودى المعملى - موقع وتاريخ وميعاد أخذ العينة ونوعية التحاليل المعملية المطلوبة سواء طبيعية أو كيميائية أو بيولوجية ثم العناصر المطلوب تحليلها.

بالإضافة إلى ذلك يتم بكراسة الحقل رصد رقم الزجاجة ثم وصف العينة وصف كامل من حيث الخواص الطبيعية وأى تغير ملحوظ بالمصدر المائى وأى ظروف بيئية محيطة به.

٤-١-٥-٦ حفظ العينات ونقلها إلى المعامل
تحتاج بعض التحاليل المعملية إلى إضافة مواد كيميائية معينة إلى العينة بمجرد جمعها فلابد من مراعاة ذلك. وكذلك مراعاة إحكام أغطية الزجاجات جيدا خاصة بالنسبة للتحاليل البيولوجية أما بالنسبة للتحاليل العضوية فيراعى أيضا إحكام أغطية الزجاجات برقائق الألومنيوم لمنع تسرب الغازات.

تصنف العينات إلى مجاميع حسب نوعية التحاليل المطلوبة ويتم تجميعها فى صناديق لنقلها إلى المعامل. وحيث أنه من الممكن حدوث بعض التغيرات الطبيعية والتفاعلات الكيميائية والبيولوجية للعينات أثناء تخزينها أو نقلها وبالتالى تصبح العينات غير ممثلة نوعيا للمصدر المائى " يمكن تلافى ذلك بحفظ العينات بعيدة عن الضوء وفى درجات حرارة منخفضة ما بين ٤ْ - ١٠ْ وخاصة بالنسبة للتحاليل البيولوجية إلا أنه بعض التحاليل النادرة تتطلب حفظ العينة بدرجة حرارة تحت الصفر.

وبالتالى لابد أن تكون صناديق النقل مجهزة بوسائل تبريد ويراعى أن تكون غير قابلة للكسر أو الرشح. وتنقل العينات مباشرة إلى المعامل حيث أنه يفضل أن يتم تحليل العينات بسرعة كلما أ مكن بحيث لا تزيد مدة حفظها خارج المعامل عن ٢٤ ساعة .

٤-١-٥-٧ برامج وقوانين الجودة لجمع عينات المياه
تستلزم الدراسات البيئية على وجه الخصوص التأكد من دقة وصحة البيانات المستخدمة فى عرض النتائج ، ويتم ذلك عن طريق وضع وتطبيق برامج ضمان الجودة والتى تبدأ من برامج القياسات الحقلية الشاملة شاملة جمع عينات المياه حتى تحليل البيانات وعرض النتائج ولكل دراسة أو مشروع برامج ضمان الجودة التى يتم ضبطها وتعديلها طبقا لظروف العمل إلا أنه توجد بعض القواعد العامة لبرامج القياسات الحقلية وخاصة جمع العينات وأهمها التالى :

(أولا) الإرشادات الحقلية
تعتبر أول خطوة أساسية لبرامج جمع العينات هى إعداد دليل حقلى أو ميدانى يشمل طرق ووسائل جمع العينات ، الأوانى المستخدمة ، عدد وحجم العينات والإضافات الكيميائية اللازمة لبعض التحاليل ، طرق حفظها ونقلها إلى المعامل ، برامج ضمان الجودة ويتم إعداد الدليل بواسطة فريق العمل الحقلى بمساعدة الأخصائيين بالمعامل التى تقوم بالتحاليل.

وعلى القائمين بجمع العينات إتباع إرشادات هذا الدليل خطوة بخطوة وبمنتهى الدقة .

- يراعى حفظ الأجهزة والمعدات الحقلية المستخدمة فى جمع العينات بطرق سليمة ونظيفة والمداومة على صيانتها وتسجيل أى إصلاح تم لأى جهاز حقلى.

- تتم غالبا بعض القياسات فى الحقل على عينات المياه قبل نقلها إلى المعامل كقياس درجة تركيز الأملاح أو الملوحة والقلوية وفى هذه الحالة يجب تجنب إجراء هذه القياسات على العينات التى تنقل الي المعمل بل يجب ان تتم علي عينات إضافيه .

- جمع العينات في الزجاجات الخاصة بذلك واستبعاد استخدام أي أوعية أخري وخاصة الزجاجات الفارغة التي سبق استخدامها في أغراض معملية أخري مع التأكد من النظافة التامة للزجاجات قبل إستخدامها .

- عند كسر غطاء أى زجاجة تستبعد الزجاجة نهائيا من الإستخدام .

- لتفادى تلوث العينات لابد من مراعاة نظافة أيدى القائمين بجمع العينات والإمتناع عن التدخين أثناء العمل والحفاظ على بيئة ومكان نظيف لتجهيز العينات.

- مراعاة إرشادات تصنيف وحفظ العينات ونقلها إلى المعامل بأقصى سرعة مع مراعاة الحفاظ على أماكن العينات بالسيارة نظيفة لتفادى أى عمليات تلوث.

برامج المراقبة

بالإضافة إلى الإرشادات الحقلية السابق ذكرها تشمل برامج مراقبة ضمان الجودة تطبيقات عملية أهمها :

- أخذ عينات مكررة لإختبار التغيرات الكيميائية بالعينات أثناء النقل والتخزين ونتيجة للتلوث عن طريق الزجاجات أو مرشحات أو أجهزة جمع العينات أو تداولها . وكذلك يساعد أخذ العينات المكررة على إكتشاف أخطاء عشوائية قد تحدث أثناء عملية جمع العينات. وتجهز العينة المكررة بتقسيم العينة بعد جمعها من المكررات المطلوبة.

- عند التجهيزات للزيارات الحقلية تقوم المعامل بتجهيز زجاجات مملوءة بالماء المقطر ترسل إلى التحليل مع الزجاجات الفارغة بنسبة ١ : ١٠ وتعاد مرة أخرى إلى المعامل ليتم تحليلها مع العينات الفعلية وكذلك لإختبار درجة نظافة الزجاجات.

- تكرر نفس الطريقة السابقة مع أجهزة جمع العينات بإمرار ماء مقطر بالجهاز قبل إستعماله ثم يرسل هذا الماء إلى المعامل مع العينات للتحليل.

- فى حالة ضرورة ترشيح عينات بالحقل قبل نقلها إلى المعامل تغسل ورقة الترشيح أولا بمواد كيميائية معينة للتخلص من أى شوائب ثم بالماء المقطر ثم تنقل إلى الحقل مع الزجاجات الفارغة.

- لتفادى إستبدال زجاجات العينات يتم فى الحقل بعض القياسات على جزء من العينة قبل ملئها بالزجاجة ثم يتم نفس القياس مرة أخرى بالمعمل وبنفس الجهاز.

ثانيا) جمع العينات من المادة الرسوبية (Sediment)

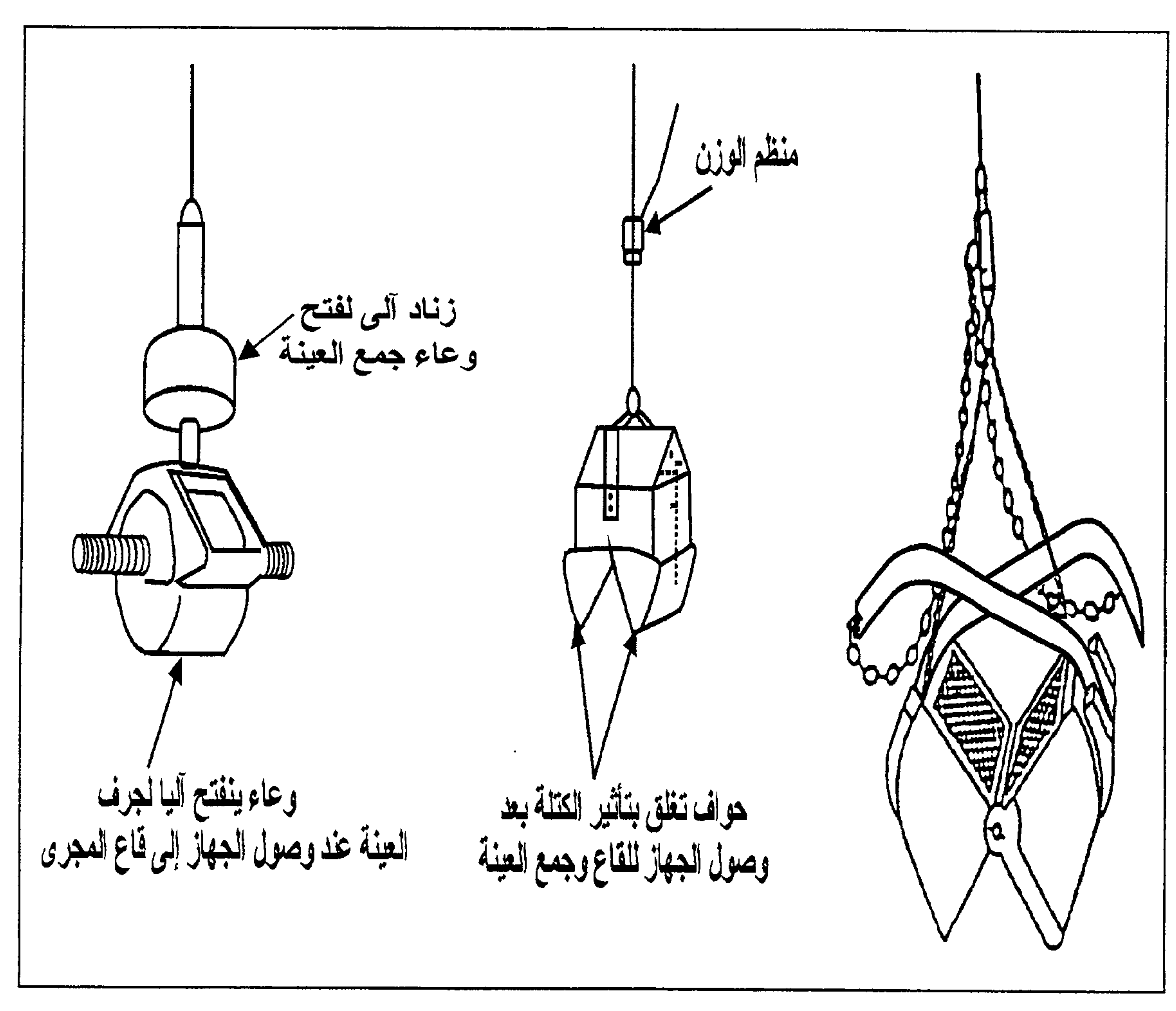
لإستكمال البيانات الخاصة بتلوث المياه لابد أيضا من دراسة محتوى المواد الرسوبية من هذه الملوثات حيث أن العديد من الملوثات وخاصة العناصر الدقيقة وبعض الكيماويات العضوية تمتص على حبيبات التربة وبعد فترات ممكن ذوبانها مرة أخرى فى مياه المجرى المائى وعند جمع العينات من قاع أو حواف المجارى المائية يتم تحديد موقع العينة طبقا للدراسة المطلوبة وطبقا لبرامج العمل وتنقسم طريقة أخذ العينة إلى :

١ - العينة الفردية Grab Sample

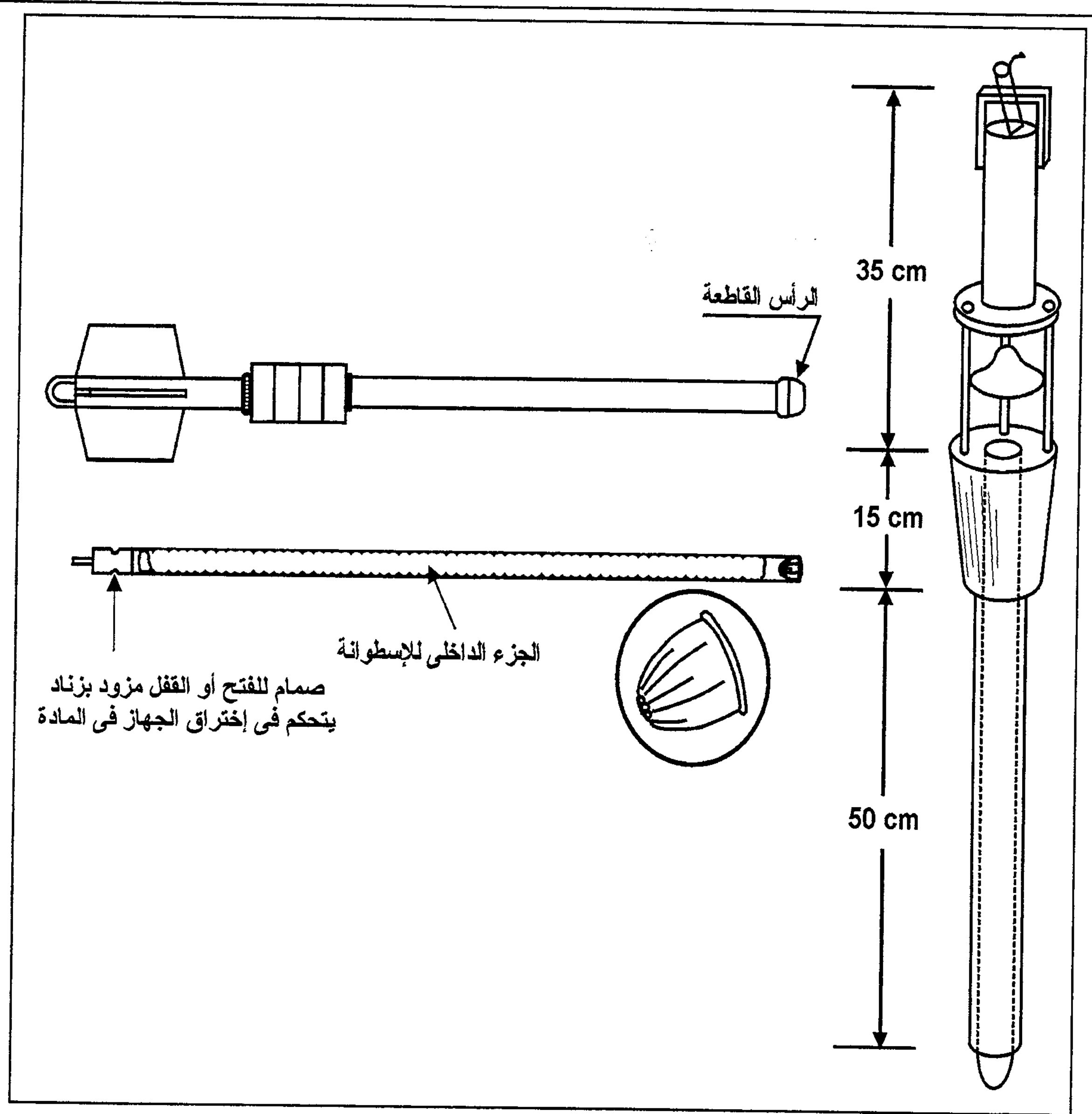
وهى عينة منفردة وتؤخذ من مكان محدد إما من الجوانب أو من قاع المجرى المائى وعلى عمق معين بإستخدام أحد الأجهزة المعروضة فى الشكل رقم (٤-٦).

٢ - العينة المتكاملة

ويتم جمعها من قاع المجرى ومن أعماق مختلفة بمكان ثابت ويستخدم هذا النوع من العينات فى أعمال الحصر الجيولوجى أو تحديد تاريخ التلوث لأى نظام مائى.
والجهاز المستخدم مع هذه العينات (Corer) يصنع غالبا من مادة البلاستيك ويختلف فى الطول والقطر حسب الدراسات المطلوبة ويوضح الشكل رقم (٤-٧) الأجزاء المختلفة لهذا الجهاز.



شكل رقم (٤-٦) الأجهزة المستخدمة فى جمع العينات الفردية



شكل رقم (٤-٧) أجزاء إسطوانة جمع العينة

(ثالثا) جمع عينات التربة

١- موقع جمع العينات

تحدد أماكن جمع العينات على خرائط طبقا للدراسة المطلوبة فعلى سبيل المثال فى حالة إعداد وحصر تصنيفى للتربة تحدد نقط الإختبار على الخرائط المساحية المعدة للمباحث الحقلية ويفضل ألا تزيد المسافة بين نقط الرصد عن ٢٠٠ متر وتقل هذه المسافة أو تزيد طبقا للظروف الخاصة بطبيعة الموقع وعادة توقع نقط الإختبار على الخرائط بمقياس (١ : ٢٥٠٠) والخرائط مقياس (١ : ١٠٠٠) وأخذ عينة من كل موقع إختبار تعتبر عينة ممثلة.

أما فى حالة جمع العينات بغرض الدراسات أو الأبحاث فيتم تحديد مواقع جمع العينات أو الإختبار على خرائط حقلية ويتم طبقا لبرنامج البحث أو الدراسة وفى هذه الحالة لابد من جمع أكثر من عينة من نفس الموقع وخلطها لتكون عينة ممثله.

٢ـ نوع العينات وطرق جمعها

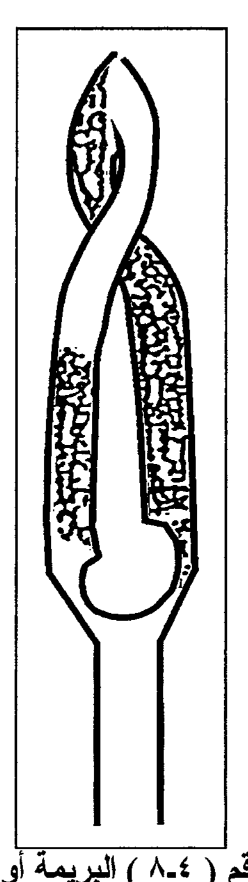
ـ عينات يتم جمعها بحالتها الطبيعية Undisturbed

حيث يتم من قطـاع أرض حوالـى حوالـى متـر × متر وبعمق يصل إلى الماء الأرضـى أو حسب الدراسة المطلوبـة وتؤخذ عينات طبيعية داخل إسطوانة صغيرة قطر ٥ سم أما رأسيا من طبقات القطاع المختلفة (على سبيل المثال كل ٣٠ سم) أو افقيه من جوانب الحفرة وتنقل هذه الإسطوانات بمنتهى الحذر إلى المعامل بإستخدام صناديق خاصة وذلك حتى لا تتهدم العينات أثناء عمليات النقل.

وتستخدم هذه العينات لدراسة طبقات التربة وتكوينها وتحديد معظم خواصـها الطبيعية من أهمها بناء التربة وحركة الماء والهواء.

ـ عينات متهدمة Disturbed

ويتم جمعهـا دون التحفظ على حالتها الطبيعية وهذه العينات تجمع من طبقات القطاع الأرضـى المختلفة ويفضل على أعماق ٣٠ سم حتى عمق مترين أو ثلاثة حسب مستوى الماء الأرضـى أو حسب الدراسات المطلوبـة ويتم جمـع العينـات بإستخدام البريمة أو بالأوجر لكمية العينة فى حدود كيلوجرام وتوضع هذه العينات فى أكياس نايلون وترسل إلى المعامل لتحليلها ، وتستخدم هذه العينات فى تحاليل التربة الكيميائية وبعض التحاليل الطبيعية مثل الكثافة النوعية وقـوام التربة أو التوزيع الحجمـى للحبيبات والشـكل رقـم (٤ـ٨) يوضح البريمة التى تستخدم فى جمع العينات.



شكل رقم (٤ـ٨) البريمة أو الأوجر

٤ـ٢ إعادة إستخدام مياه الصرف

٤ـ٢ـ١ منشأ مياه الصرف الزراعى

٤ـ٢ـ١ـ١ فواقد الرى الحقلى والعام:

تتكون مياه الصرف الزراعى أساسا من مياه الرى الزائدة عن حاجة النبات وبالرغم من أن كمية المياه المطلوبة للرى تعادل مقدار إستهلاك النبات للمياه اللازمة لتغطية إحتياجات البخر ـ نتح فى مدة معينة إلا أن طبيعة طريقة الرى المتبعة ومدى دقة تسوية سطح الأرض وميولها وطريقة إعدادها للزراعة والرى وقدرة التربة على الإمساك بالمياه فى منطقة الجذور تؤثر على كمية المياه التى تبقى لإستهلاك النبات بعد الرى من بين الكمية المعطاه عند فتحة الرى على رأس الحقل ولذلك تعطى كمية من المياه تزيد عن الإحتياج الفعلى للنبات لضمان وصول المياه إلى أبعد نقطة فى الحقل.

والفرق بين كمية مياه الرى المعطاه أو المستخدمة عند رأس الحقل وتلك التى تحتفظ بها التربة من أجل إستخدام نبات يذهب فى صورة سريان سطحى إلى المصارف الحقلية المكشوفة أو يتسرب إلى أسفل خلال حبيبات التربة إلى أن يصل إلى مستوى الماء الأرضى فيسبب إرتفاعه وإقترابه من سطح الأرض وذلك يتسبب فى حركة جانبية للمياه الأرضية بما يعرف بحركة المياه تحت السطحية (Sub-surface flow) فى إتجاه المصارف المكشوفة أو المصارف المغطاة بشرط أن يكون منسوبها منخفضا تحت سطح المياه الأرضى ومن ثم فإن مياه الرى الزائدة عن الرى الحقلى تصل إلى المصارف إما عن طريق سريان سطحى أو سريان تحت سطحى.

النسبة بين كمية مياه الرى التى تبقى فى منطقة الجذور ليستفيد منها النبات وكمية المياه المعطاة عند رأس الحقل تمثل كفاءة الرى الحقلى وكلما قلت هذه النسبة كلما زادت كمية فواقد الرى الحقلى.
ويعبر عن النسبة المئوية لفواقد الرى الحقلى رياضيا بالمعادلة الآتية :

$$L_a = \left(1 - \frac{W_s}{W_f}\right)100 \qquad (4\text{-}1)$$

حيث :

L_a = النسبة المئوية لفواقد الرى الحقلية
W_s = المياه التى تخزن فى منطقة جذور النبات عند الرى
W_f = المياه المعطاه للرى عند فتحة الرى الحقلية

ويمكن بالمعادلة رقم (4-1) حساب الفواقد الحقلية على مستوى المشروع أو المزرعة أو الحقل وطبقا للعوامل والظروف المختلفة التى تقدم ذكرها والتى تؤثر على كمية فواقد مياه الرى الحقلى فإن نسبة الفواقد يمكن أن تكون كبيرة وتزيد كثيرا عن نصف المياه المعطاة للرى وبتحسين التسوية وميول الأرض وإعداد سطح التربة للزراعة والرى إعدادا جيدا وإستخدام طريقة الرى والإدارة المائية المناسبة لنوعية التربة والنبات ونوعية المياه يمكن التقليل بقدر الإمكان من الفواقد الحقلية والتى يمكن أن تقل بحيث لا تزيد على ١٠٪ من مياه الرى المعطاه.

ومع ذلك فأن هناك حدا أدنـى للفواقد الحقلية من مياه الرى حيث أن كمية من المياه المعطاة للرى يكون المقصـود منـها التخلص من الأمـلاح التى تحملها مياه الـرى حتـى لا تؤدى إلى زيادة تركيز الأملاح فى المياه الأرضية وتـراكمها فـى قطـاع التربة مما يؤدى إلى تدهور التربة وإنخفاض إنتاجيتها تدريجيا حتى تتحول للبوار التام نتيجة التملح الشديد وتعرف كمية المياه اللازمـة للتخلص من الأملاح الذائبة فى مياه الرى بالإحتياجات الغسيلية وهى تتوقف على نوعية مياه الرى وعلى تركيز الأملاح الذى يتحمله النبات الذى يتم ريـه بهذه المياه ، ومهما كانت جودة نوع المياه المستخدمة فى الرى فإنها تحتوى على كمية من الأمـلاح الذائبة فمياه النيل عند أسوان تحتوى على درجة تركيز للأملاح تصل إلى حوالى ١٥٠ جزء فى المليون ويـزيد التركيز كلما إتجهنا شمالا نتيجة مياه الصرف والمياه الجوفية التى تعود للنيل بحيث تصل ملوحـة مياه النيل فـى شمال الدلتا إلـى حوالـى ٣٥٠ جزء فى المليون أما المياه الجوفية أو مياه الصرف المخلوطـة المستخدمة فى الرى فقد تصل درجة الأملاح فيها إلى أكثر من ١٠٠٠ جزء فى المليون.

وتحسب كمية مياه الغسيل المطلوب إضافتها مع مياه الرى على أساس المحافظة على الميزان الملحى فى منطقة جذور النبات بحيث لا يتعدى الدرجـة المسموح بهـا للحصـول على الإنتاج الأمثل من المحصـول وتتحدد نسبة مياه الغسيل بإستخدام المعادلة التالية :

$$LR = \frac{ECi}{ECe} \times 100 \qquad (4\text{-}2)$$

حيث:

LR = النسبة المئوية للإحتياجات الغسيلية

EC_i = التوصيل الكهربائى للمياه المستخدمة فى الرى

EC_e = التوصيل الكهربائى للمياه الأرضية فى منطقة الجذور

وتختلف درجة تركيز الأمـلاح (EC_e) المسموح بها فى منطقة الجذور طبقا لنوع المحصول حيث أن لكل نوع من المحاصيل قوة على تحمل الأملاح طبقا لخصائصه الفسيولوجية بل تتباين القدرة على تحمل الأملاح لفصائل النبات الواحد .. وكلما زادت درجة تركيز الأملاح عن الحد المسموح به فإن التناقص فى المحصول يتناسب تناسبا خطيا مع الزيادة فى درجة تركيز الملوحة وفقا للمعادلة التالية :
(Mass and Hofman – 1977)

$$Y_r = 100 - b\,(EC_e - a) \qquad (4\text{-}3)$$

حيث :

Y_r = النسبة المئوية لإنتاج المحصول بإستخدام مياه رى ذات ملوحة EC_e

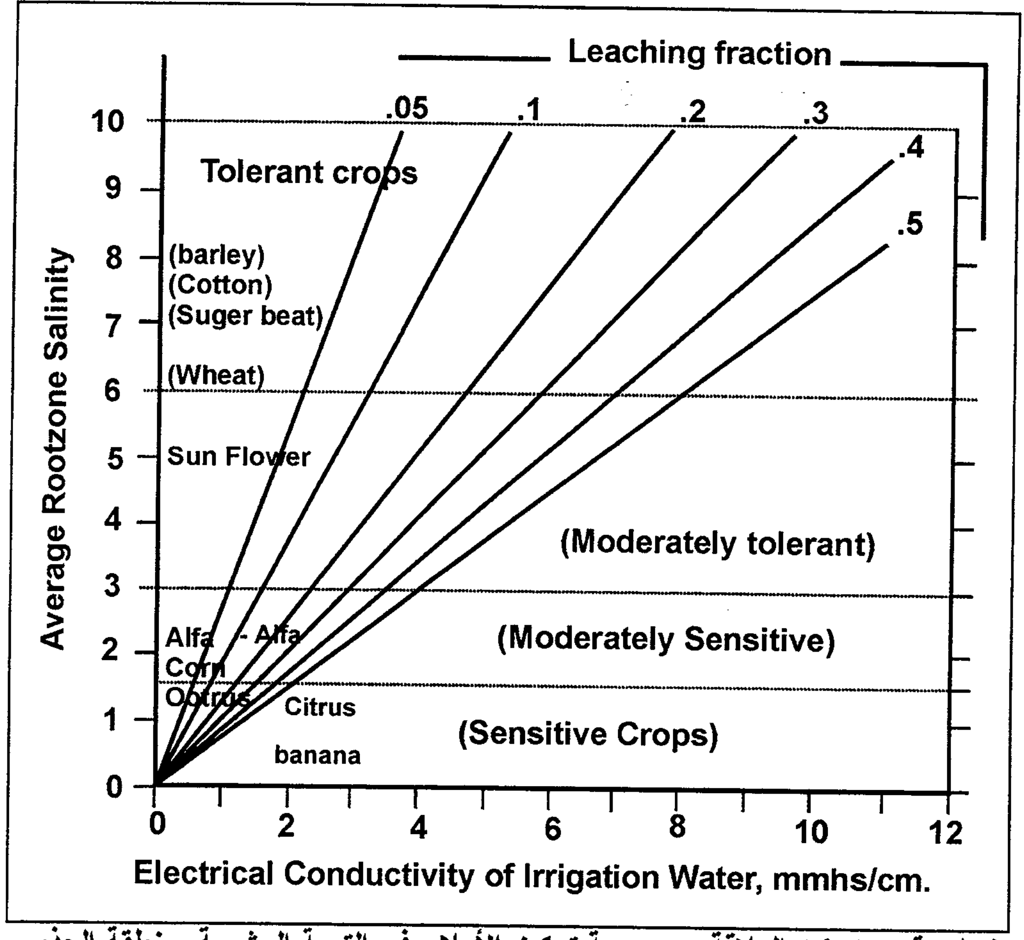
a = أعلى درجة تركيز للأملاح التى يتحملها النبات دون أن يحدث نقص فى إنتاجيته.

b = هى النسبة المئوية لنقص إنتاج المحصول لوحدة الزيادة فى درجة تركيز الأملاح فى مياه التربة.

والشكل رقم (٤-٩) يمثل العلاقة بالمعادلة (٤-٣)

وقد أمكن عن طريق الدراسات الحقلية والتجارب تحديد هذه العلاقة لكثير من المحاصيل الزراعية ومن ثم يمكن تحديد الإحتياجات الغسيلية لكل محصـول بل يمكن تحديد نسبة النقص المتوقعة فـى الإنتاج المحصولى نتيجة السماح بزيادة تركيز الأملاح فى منطقة جذور النبات عن طريق إستخدام كمية مياه

غسيل أقل من الكمية للازمة للتخلص من كل أملاح مياه الرى الذائبة والشكل رقم (٤-٩) يعطى العلاقة بين درجة تركيز الأملاح فى مياه التربة المشبعة ونسبة إنتاج المحصول المتوقعة (Umali - ١٩٩٣).



شكل رقم (٤-٩) العلاقة بين درجة تركيز الأملاح فى التربة المشبعة بمنطقة الجذور والإنتاج المحصولى (Mass and hofman - ١٩٧٧)

مثال (١)

نسبة الإحتياجات الغسيلية فى مياه الرى التى تبلغ درجة تركيز الأملاح فيها ٠,٨٥ (ديسيمنز / متر) دون أن يحدث أى نقص فى المحصول الذى لا يتأثر إنتاجه حتى ملوحة تبلغ ١,٧ (ديسيمنز / متر) هى:

$$\frac{٠,٨٥}{١,٧} \times ١٠٠ = ٥٠ \%$$

مثال (٢)

يتضح من الشكل (٤-٩) أن إنتاج محصول الذرة يقل نتيجة السماح بزيادة تركيز أملاح التربة المشبعة فى حقل مزروع أذرة إلى ٣,٨ (ديسيمنز / متر) حتى ٧٥٪ من المحصول الذى يمكن الحصول عليه إذا لم تزيد درجة تركيز الأملاح عن ١,٧ (ديسيمنز / متر) .

ويتضح مما تقدم أهمية إضافة الإحتياجات الغسيلية مع مياه الرى وهى مياه تزيد على إحتياجات البخر - نتح للنبات ولذلك ينبغى صرفها حيث أن بقائها يتسبب فى زيادة تركيز الملح فى المياه الأرضية والتى ترتفع بعد الرى إلى سطح الأرض لذلك فإن إضافة إحتياجات غسيلية وصرفها من قطاع التربة يكفل المحافظة على جودة الأرض وإستمرارية وتواصل الزراعة المروية ، والإحتياجات الغسيلية يمكن إضافتها إلى مياه الرى مع كل رية أو على دفعات خلال الموسم الزراعى أو دفعة واحدة خلال الموسم الزراعى ولكن من المهم أن تكون الملوحة فى منطقة الجذور فى حدود المسموح بها خصوصا فى فترة الإنبات ونمو البادرات والإزهار.

وحيث أن فواقد الرى الحقلى يمكن أن تسهم فى تغطية الإحتياجات الغسيلية بفرض أنها تتوزع بإنتظام على سطح الحقل فإنه ينبغى ألا تقل هذه الفواقد عن كمية مياه الرى المطلوبة لغسيل الأملاح... وهذا يعنى بالضرورة أن كفاءة الرى الحقلى ترتبط بنوعية مياه الرى ولا ينبغى الإستثمار فى تحسين وتطوير الرى الحقلى بمعزل عن نوعية المياه المستخدمة فى الرى ... وتكون مياه الصرف الزراعى الحقلى هى فواقد الرى الحقلى أو مياه الغسيل أو أيهما أكبر ... وبذلك تزيد مياه الصرف الحقلى كلما إنخفضت كفاءة الرى الحقلى وكلما زادت ملوحة مياه الرى.

وبالرغم من أنه يتم التعبير عن فواقد الرى الحقلية فى صورة متوسطات سنوية أو موسمية إلا أن الإحتياجات المائية للنبات تتغير بشكل كبير على إمتداد الموسم الزراعى ومن موسم إلى آخر ومن محصول إلى محصول ثان وبسبب هذه التغيرات تتغير أيضا كمية الفواقد الحقلية وبالتالى إحتياجات الصرف وينبغى أن تحسب على أساس شهرى على الأقل ... وعادة تكون أكبر إحتياجات الصرف خلال موسم الصيف حيث أقصى فترة إحتياجات للرى.

جدول رقم (٤-١)
درجة تركيز الأملاح (ديسيمنز / متر) فى مستخلص التربة المشبعة وتأثيرها على إنتاج المحصول

المحصول	الحد الأعلى لتركيز الأملاح الذى لا يؤثر على المحصول	نسبة النقص فى المحصول		
		١٠٪	٢٥٪	٥٠٪
أولا : المحاصيل الحقلية				
الفول	١,٦	٢,٦	٤,٢	٦,٨
الذرة	١,٧	٢,٥	٣,٨	٥,٩
القطن	٧,٧	٩,٦	١٣,٠	١٧,٠
الفول السودانى	٣,٢	٣,٥	٤,١	٤,٩
الأرز	٣,٠	٣,٨	٥,١	٧,٢
عباد الشمس	٥,٣	٦,٢	٧,٦	٩,٩
الذرة الصفراء	٤,٠	٥,١	٧,٢	١١,٠

المحصول	الحد الأعلى لتركيز الأملاح الذى لا يؤثر على المحصول	نسبة النقص فى المحصول		
		١٠٪	٢٥٪	٥٠٪
فول الصويا	٥,٠	٥,٥	٦,٢	٧,٥
بنجر السكر	٧,٠	٨,٧	١١,٠	١٥,٠
القمح	٦,٠	٧,٤	٩,٥	١٣,٠
الشعير	٨,٠	١٠,٠	١٣,٠	١٨,٠
ثانيا : محاصيل الخضر				
الفاصوليا	١,٠	١,٥	٢,٣	٣,٦
البنجر	٤,٠	٥,١	٦,٨	٩,٦
الكرنب	١,٨	٢,٨	٤,٤	٧,٠
الكنتالوب	٢,٢	٣,٦	٥,٧	٩,١
الجزر	١,٠	١,٧	٢,٨	٤,٦
الخيار	٢,٥	٣,٣	٤,٤	٦,٣
الخس	١,٣	٢,١	٣,٢	٥,٢
البصل	١,٢	١,٨	٢,٨	٤,٣
الفلفل	١,٥	٢,٢	٣,٣	٥,١
البطاطس	١,٧	٢,٥	٣,٨	٥,٩
البطاطا	١,٥	٢,٤	٣,٨	٦,٠
السبانخ	٢,٠	٣,٣	٥,٣	٨,٦
الطماطم	٢,٥	٣,٥	٥,٠	٧,٦
ثالثا : محاصيل العلف				
البرسيم الحجازى	٢,٠	٣,٤	٥,٤	٨,٨
الهاى	٦,٠	٧,٤	٩,٥	١٣,٠

المحصول	الحد الأعلى لتركيز الأملاح الذى لا يؤثر على المحصول	نسبة النقص فى المحصول		
		١٠٪	٢٥٪	٥٠٪
عشب بمودا	٦,٩	٨,٥	١٠,٨	١٤,٧
البرسيم	١,٥	٣,٢	٥,٩	١٠,٣
ذرة العلف	١,٨	٣,٢	٥,٢	٨,٦
عشب السودان	٢,٨	٥,١	٨,٦	١٤,٤
رابعا محاصيل الفاكهة				
اللوز	١,٥	٢,٠	٢,٨	٤,١
التفاح والكمثرى	١,٧	٢,٣	٣,٣	٤,٨
المشمش	١,٦	٢,٠	٢,٦	٣,٧
نخل البلح	٤,٠	٦,٨	١٠,٩	١٧,٩
التين والزيتون	٢,٧	٣,٨	٥,٥	٨,٤
العنب	١,٥	٢,٥	٤,١	٦,٧
الجريب فروت	١,٨	٢,٤	٣,٤	٤,٩
الليمون والبرتقال	١,٧	٢,٣	٣,٣	٤,٨
الخوخ	١,٧	٢,٢	٢,٩	٤,١
البرقوق	١,٥	٢,١	٢,٩	٤,٣
الفراولة	١,٠	١,٣	١,٨	٢,٥
الأفوكادو	١,٣	١,٨	٢,٥	٣,٧
عين الجمل	١,٧	٢,٣	٣,٣	٤,٨

(١) الأرقام بالجدول مأخوذة عن Ayers and Westcot - ١٩٧٦
(٢) درجة تركيز الأملاح الواردة بالجدول قد تتغير من موقع إلى آخر بتغير نوع المناخ والعوامل الأخرى المؤثرة على نمو المحصول.

وتشكل فواقد مياه الرى من المصافى والترع جزءا كبيرا من مياه الصرف الزراعى والسبب الرئيسى لهذه الفواقد هو التسرب وسوء التشغيل والإدارة فى نقل وتوزيع مياه الرى ، ويمكن تحديد تقدير كمية مياه التسرب من الترع وهو يتوقف على نوع وطبيعة التربة وعمق الماء فى الترعة ومساحة سطحها المعرض للمياه وعمق الماء الأرضى ولذلك يختلف مقدار الفاقد بالتسرب من ترعة لأخرى بشكل يصعب تقدير هذه الفواقد نظريا وفي غيبة للقياسات الحقلية والبيانات الفعلية عن الموقع كما أن تطبيق نتائج قياس فواقد ترعه علي ترعه أخري قد يكون مضللا الي حد كبير ومن الأفضل التعبير عن فواقد الترعه بكميه المياه المفقودة للمتر الطولى منها وليس لوحدة المساحة من سطحها المعرض حيث أن معدل التسرب يتغير على إمتداد محيط الترعة المغمور ويختلف بسبب إختلاف إرتفاع الماء فوقه وعلى عمق الماء الأرضى تحته والأرقام المنشورة عن معدل التسرب كتلك الواردة بالجدول رقم (٤-٢) يمكن أن تستخدم للإسترشاد فقط.

جدول رقم (٤-٢)
فواقد التسرب من الترع (Bruce Withers - ١٩٧٤)

نوع تربة القاع والجوانب	فواقد التسرب (م٣ / م٢ / يوم)
الطين والطمى قليل النفاذية	٠,٠٧ - ٠,١٠
الطين والطمى متوسط النفاذية مع وجود طبقة صماء على عمق لا يزيد على ٩٠ سم تحت قاع القناة	٠,١٠ - ٠,١٥
التربة السلتية الطميية الطينية	٠,١٥ - ٠,٢٣
التربة الطميية الطينية المختلطة بالحصى، التربة الطميية الطينية الرملية والتربة الزلطية المختلطة بالطين	٠,٢٣ - ٠,٣٠
التربة الطميية الرملية	٠,٣٠ - ٠,٤٥
التربة الرملية	٠,٤٥ - ٠,٥٥
التربة الرملية الزلطية	٠,٥٥ - ٠,٧٥
التربة الزلطية	٠,٧٥ - ٠,٩٠

والمياه المتسربة من المساقى والترع تتسبب فى إرتفاع الماء الأرضى خصوصا فى المناطق القريبة على جانبيها وفى بعض الأحيان يتم إنشاء مصرف على إمتداد بعض الترع لجمع المياه المتسربة ومنع إمتداد تأثيرها للأراضى الزراعية المجاورة خصوصا فى حالة الترع التى تنشأ بتكوين جسور مرتفعة عن

الأراضى الزراعية من حولها وخصوصا إذا كانت نفاذية التربة مرتفعة كما هو الحال فى الأراضى السلتية والرملية.

أما فى حالة المساقى والمراوى الحقلية فإن المياه المتسربة منها تعتبر موزعة بإنتظام على المساحة المروية فتدخل فى حساب مقنن الصرف الحقلى حيث تضاف إلى فواقد الرى الحقلى وتزداد كميتها إذا كانت التربة خفيفة ونفاذيتها مرتفعة .. كما تزداد الفواقد من المساقى والمراوى التى يسمح لها أن تجف وتتشقق فيما بين الريات خصوصا كلما زادت الفترة بين الريات طولا ولذلك يفضل فى حالة الأراضى الرملية إستخدام المساقى المبطنة أو المواسير ذات الضغط المنخفض فى توزيع المياه .. أما فى الأراضى الطينية فيفضل تقريب الفترة بين الريات لتفادى حدوث التشققات.

وقد قدرت كمية فواقد توزيع مياه الرى بين الساقية والحقل فى مشروع دراسة تطوير الرى الحقلى EWUP ووجد أنها تصل إلى ٤٠٪ من المياه المرفوعة بالساقية وأن الفواقد تكون كبيرة عند بداية إطلاق مياه الرى وتنخفض مع الوقت فى الأراضى الطينية بينما تستمر بنفس المعدل فى الأراضى الرملية كما هو موضح فى جدول رقم (٤-٣)

جدول رقم (٤-٣)
معدل التسرب من قنوات الرى الحقلية فى مصر (مشروع EWUP)

الموقع والحالة	معدل التسرب (سم / ساعة)	
	المبدئى	النهائى
المساقى غير المرفوعة بمنطقة أبيوها	١,٦	٠,٢
المساقى غير المرفوعة بمنطقة بنى مجدول	١,٢	٠,٣
المساقى المرفوعة بمنطقة أبيوها	٢,٦	١,٢
ترع التوزيع فى منطقة الحمامى	٠,٧	٠,٧

كما يتسبب نظام تشغيل شبكة الرى وتوزيع المياه فى حدوث فواقد مائية ففى نظام التوزيع الذى يعتمد على الإحتفاظ بمنسوب معين فى الترعة يسمح بتغذية فتحات الرى على هذه الترعة أو رفع المياه على مدى ٢٤ ساعة فلابد من إتباع الدور خلال هذه المدة ليلا ونهارا وإلا زاد منسوب المياه فى الترعة وتدفقت من خلال مفيض النهاية إذا توقف الرى الليلى أو من جوانب الترعة الى المصارف وهو ما يعرف بإسم (Tail end and spillway losses)

وتقدر فواقد النقل والتوزيع كنسبة من المياه التى تم سحبها من المصدر بإستخدام المعادلة التالية:

$$L_C = \left(1 - \frac{Wf}{Wr}\right)100 \qquad (4\text{-}4)$$

حيث :

L_C = النسبة المئوية لفواقد النقل والتشغيل

W_f = المياه التى تصل إلى الحقل

W_r = المياه التى تحول للرى عند فم الترعة

وتختلف نوعية مياه الصرف الزراعى الناتجة عن فواقد الرى الحقلى والعام حسب مصدرها ومسارها فمياه السريان السطحى من الحقول المروية تكون ذات ملوحة منخفضة عادة خصوصا إذا كان لا يوجد أملاح متراكمة على سطح الأرض بينما تكون مياه التسرب العميق من الرى الحقلى أكثر ملوحة نتيجة تأثيرها فى غسيل الأملاح من قطاع التربة وزيادة تركيز الأملاح بها نتيجة بخر المياه الصاعدة بالخاصية الشعرية إلى سطح الأرض وكلما قلت فواقد الرى الحقلى كلما زاد تركيز الأملاح بها .. ومن ناحية أخرى فإن فواقد تشغيل المساقى والترع التى تذهب إلى المصارف هى مياه رى ذات ملوحة منخفضة وإختلاط مياه الصرف الحقلى بفواقد تشغيل الترع يجعل مياه الصرف الزراعى فى المصارف العامة ذات ملوحة أقل من مياه المصارف الحقلية.

٤-٢-١-٢ المياه الجوفية :

تؤثر المياه الجوفية بشكل كبير على كمية ونوعية مياه الصرف الزراعى فعمق المياه الجوفية فى الخزانات الجوفية الحرة أو الضغوط البيزومترية فى الخزانات شبه المحصورة يحدد إذا كانت المنطقة المعنية تتمتع بصرف طبيعى أم أن المصارف الموجودة بها تستقبل مياه جوفية علاوة على فواقد مياه الرى الحقلى والتسرب من الترع.

وفى حالة المناطق التى تتمتع بصرف طبيعى نتيجة إنخفاض منسوب مستوى الماء الأرضى فإن مياه الرى التى تزيد عن الكمية التى تحتفظ بها التربة تتحرك إلى أسفل بعيدا عن منطقة الجذور فإذا كان معدل الصرف الطبيعى كافيا لا تكون هناك حاجة إلى إنشاء مصارف إلا أن هذا يكون نادر الحدوث فى الغالب ويتسبب الرى المستمر فى إرتفاع منسوب الماء الأرضى إلى قرب سطح الأرض أو يكون معدل هبوطه بطيئا ويستدعى الإستعانة بمصارف زراعية لإسراع معدل هبوط مستواه بالشكل الذى يكفى لتخليص منطقة الجذور من المياه الزائدة والأملاح فى وقت مناسب.

وفى حالة توفر الظروف الهيدروجيولوجية التى تسمح بالصرف الطبيعى الجزئى فإن كمية مياه الصرف الحقلى تشكل جزءا من فواقد مياه الرى الحقلية والجزء الباقى يتسرب إلى اسفل ويشحن الخزان الجوفى وعلى العكس من ذلك فإن المناطق المعرضة لضغوط بيزومترية أو لرشح المياه الجوفية من مناطق مرتفعة مجاورة يكون معدل مياه الصرف بها أكبر من معدل فواقد الرى الحقلى .

والمياه الجوفية تصل إلى المصارف عن طريق شبكة الصرف الحقلى وهذا الجزء يدخل فى حساب مقنن الصرف الحقلى أو يصل إلى المصارف العامة العميقة مباشرة التى يكون قاعها على عمق كبير نسبيا تحت مستوى منسوب سطح المياه الجوفية ولذلك يلاحظ أن معدل الصرف فى هذه المصارف قد يزيد كثيرا عن معدل صرف فواقد الرى الحقلى وفواقد تشغيل المساقى والترع بزمام المصرف .

وتوضح الخريطة بشكل رقم (٤-١٠) توزيع الضغوط البيزومترية على شبكة الصرف الحقلى لدلتا نهر النيل بإعتبـــــار أن عمق الشبكة يبلغ حوالى ١,٥ متر تحت سطح الأرض ويمثل خط الضغط المتساوى (صفر) الحد الفاصل بين المناطق المعرضة لضغوط بيزومترية (ضغط موجب) والمناطق التى يوجد بها صرف طبيعى (ضغط ثابت) ونتيجة لزيادة عمق شبكة الصرف العام يكون الضغط البيزومترى المؤثر عليها أكبر من الضغط المؤثر على شبكة الصرف الحقلى .

ويتضح تأثير المياه الجوفية على معدلات الصرف فى دلتا نهر النيل من التوزيع الجغرافى لمياه الصرف ويتضح منه أن معدل الصرف الزراعى بجنوب الدلتا قد يصل إلى أقل من ١,٠ ملليمتر فى اليوم نتيجة لتأثير الصرف الطبيعى بسبب إنخفاض الضغط البيزومترى بالخزان الجوفى كثيرا عن منسوب المصارف علاوة على أن مقاومة الغطاء الطينى لسريان الماء إلى أسفل قليلة نسبيا لإرتفاع نفاذية الطبقة الرسوبية وصغر سمكها .

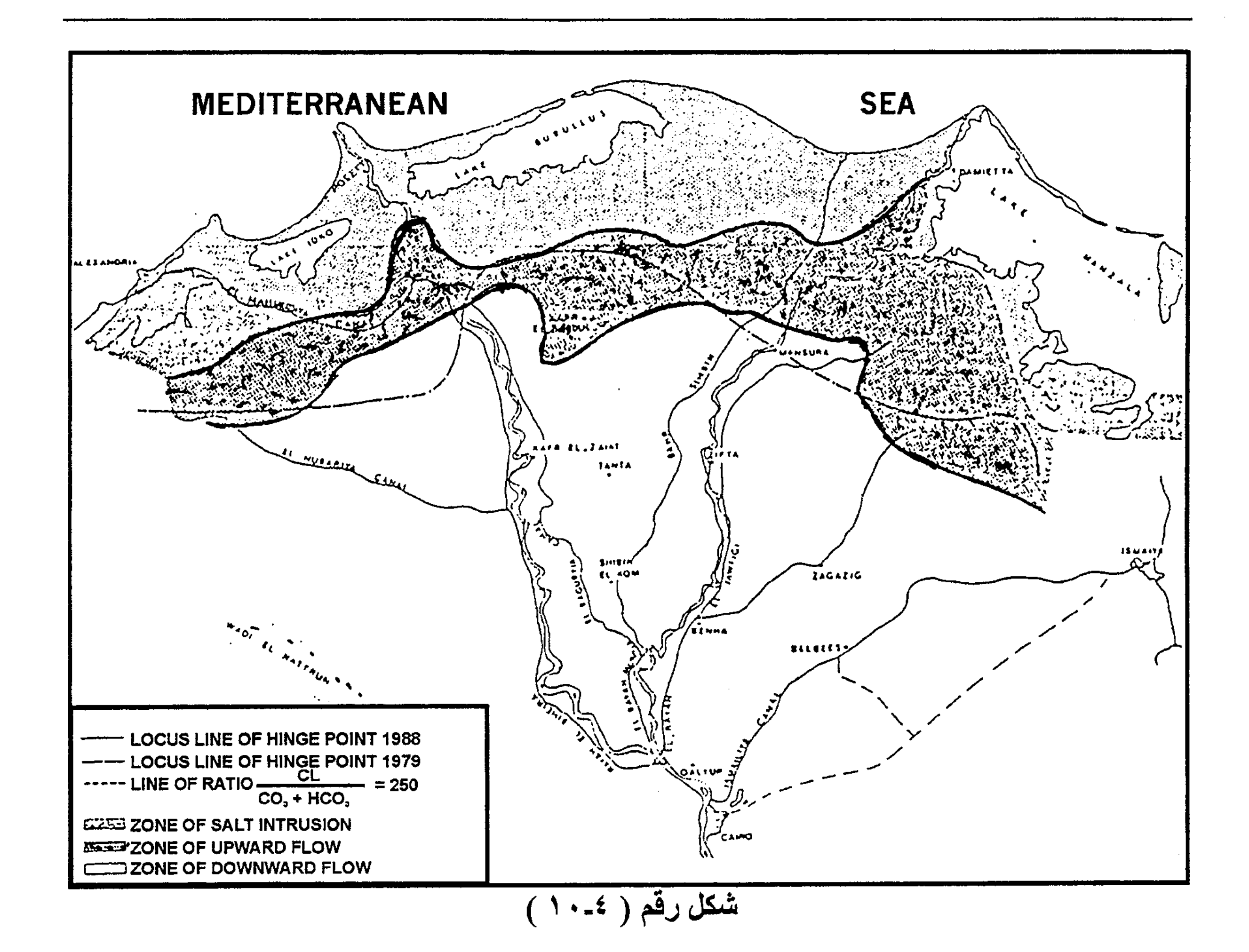
ومن ناحية أخرى يزداد معدل الصرف بالمناطق الشمالية كثيرا نتيجة زيادة الضغط البيزومترى وحركة المياه الجوفية إلى أعلى حيث يلاحظ أن معدل الصرف ببعض المناطق يفوق معدل الرى اليومى لهذه المناطق ونظرا لقرب هذه المناطق من البحر وتداخل مياهه مع المياه الجوفية فإن ملوحة المياه الجوفية تزداد بشكل كبير يفوق ملوحة مياه الصرف الزراعى فى هذه المناطق كما تتعرض المناطق المجاورة لترع رئيسية مرتفعة أو مناطق مستصلحة إلى ضغوط بيزومترية أيضا كما هو الحال بالقرب من ترعة الإسماعيلية .

٤-٢-١-٣ صرف المخلفات الصحية والصناعية

تستقبل المصارف الزراعية الفرعية والرئيسية مياه الصرف الصحى والصناعى وفى الأصل يجب أن تكون هذه النوعيات من المياه المعالجة للحد التى يسمح بصرفها فى المصارف الزراعية ووفقا للمعايير التى يحددها القانون رقم ٤٨ لسنة ١٩٨٢ الخاص بحماية نهر النيل والمسطحات المائية من التلوث .. وتتوقف كمية مياه الصرف الصحى والصناعى على حجم وعدد سكان المنطقة السكنية والقدرة الإنتاجية ونوع الصناعة فى المنشآت الصناعية التى تصرف مياهها على المصرف ومن المعلوم أن الإستخدامات المنزلية غير مستهلكة للمياه وأن حوالى (٨٥ - ٩٠٪) من المياه المستخدمة فى هذه الأغراض تعود للشبكة فى شكل مياه الصرف الصحى وكذلك الأمر لمياه الصرف الصناعى فإن معظمها يعود للشبكة فمثلا المياه المستخدمة فى التبريد تعود بالكامل للمصارف فيما عدا ما يفقد بالتبخر منها .

ونتيجة لطبيعة إستخدام هذه المياه فإنها تكون محملة بمواد عضوية وكيمياوية ومعادن ثقيلة ويزداد تركيز هذه العناصر نتيجة إنخفاض كفاءة أو إنعدام معالجة هذه المياه وواقع الحال يقول أن معظم مياه الصرف الصحى والصناعى التى تصرف إلى شبكة الصرف الزراعى غير معالجة بالمرة مما يؤدى إلى تلوثها بالدرجة التى يجعلها فى كثير من الأحيان غير صالحة لإعادة الإستخدام خصوصا إذا كان سيتم إعادة إستخدامها عن طريق خلط مياه المصارف لمياه الترع .

وتتضح خطورة صرف المخلفات الصحية والصناعية على مياه الصرف الزراعى فى أن الكمية الأولى رغم أنها لا تتعدى ١٥ - ٢٠٪ مياه الصرف الزراعى فإن تركيز الملوثات بها عالى جدا مما يفسد نوعية مياه الصرف بالكامل .. كما أن الضرر الصحى الذى يعود على الصحة العامة والبيئة بصفة عامة كبير جدا .. ولذلك فإن ضرورة معالجة الصرف الصحى والصناعى عند المصدر أو عزل مياهها من مياه المصارف الزراعية أمر حتمى لابد منه إذا أردنا الإستفادة بمياه الصرف الزراعى فى الرى.



شكل رقم (٤-١٠)

٤-٢-٢ رصد وقياس كمية مياه الصرف

يعتبر قياس كمية المياه المتدفقة فى المصارف المكشوفة من القياسات الهامة لحساب حمل الأملاح والملوثات الأخرى بها. ويمكن تقسيم المواقع التى يتم عندها قياس كمية مياه الصرف إلى ثلاثة أقسام:

أ - القطاعات المكشوفة على المصارف
ب - مصبات المصارف
ج - محطات طلمبات الصرف

٤-٢-٢-١ قياس التصرفات فى القطاعات المكشوفة على المصارف

يرجى الرجوع الى البند (١-٤-١) فى شأن قياس تصرفات المجارى المائية وكذا البند (١-٤-٢) بشأن المعايرات وذلك لمعرفة خطوات قياس تصرفات المصارف.

٤-٢-٢-٢ قياس التصرفات عند مصبات المصارف والقطاعات التى تتأثر بالمياه المرتدة

تتأثر مصبات المصارف فى بعض الحالات بالمياه المرتدة Back Water من الأماكن التى تصب فيها كذلك قد تتأثر بعض المواقع فى القطاعات المتوسطة للمصارف بنفس هذه الظاهرة لقربها من محطة طلمبات أو مجرى أخر يصب بها أو يسحب المياه منها .

ويلزم فى هذه الحالات إتخاذ إحدى الخطوتين التاليتين :

- تغير موقع القياس إلى موقع جديد يبعد عن تأثير المياه المرتدة .
- إذا كان هذا الموقع من الأهمية بحيث يكون من غير الممكن تغيره ، فإن منحنيات (التصرف - عمق المياه) لا تصلح ويلزم إيجاد علاقة أخرى بين التصرف وسرعة المياه.

ولإيجاد العلاقة بين التصرف وسرعة المياه يلزم عمل معايرات أولا لتحديد شكل المنحنى الذى يلزم له إيجاد عدد كاف من النقط للتصرفات المختلفة من حديها الأقصى والأدنى وتحديد السرعات المقابلة لهذه التصرفات ولابد من تزويد هذا الموقع بجهاز تسجيل السرعات Velocity recorder لتسجيل سرعة التيار بصفة دورية (يومية - أسبوعية ... إلخ) حسب مقدار التذبذب فى هذه السرعات .

٤-٢-٢-٣ قياس تصرفات محطات الصرف

تتم القياسات فى محطات الطلمبات على البيانات التى يتم تجميعها من الإدارات المختلفة لمصلحة الميكانيكا والكهرباء بالمحافظة التى تتبعها هذه المحطات . ويقوم العاملون فى هذه المحطات عادة بتسجيل هذه البيانات بصفة يومية . وتحسب التصرفات على أساس حاصل ضرب التصرف النظرى لكل وحدة فى عدد ساعات تشغيلها . إلا أن هذه الطريقة بها الكثير من الأخطاء حيث لا يتم الأخذ فى الإعتبار العوامل الآتية :

- كفاءة الطلمبة التى تقل بزيادة عمرها أو بمعنى أدق عدد ساعات تشغيلها كما تتأثر الطلمبة أيضا بتعرضها للحوادث أو صدمات أو عمل العمرات ... إلخ .
- الضاغط الإستاتيكى أو الفرق بين منسوب المياه فى مص وطرد المحطة ، ومن المعروف أن تصرف الطلمبات يزيد عكسيا مع هذا الضاغط .
- الخطأ الذى يمكن أن يحدث نتيجة عدم الدقة فى التسجيل وقت إدارة كل وحدة .

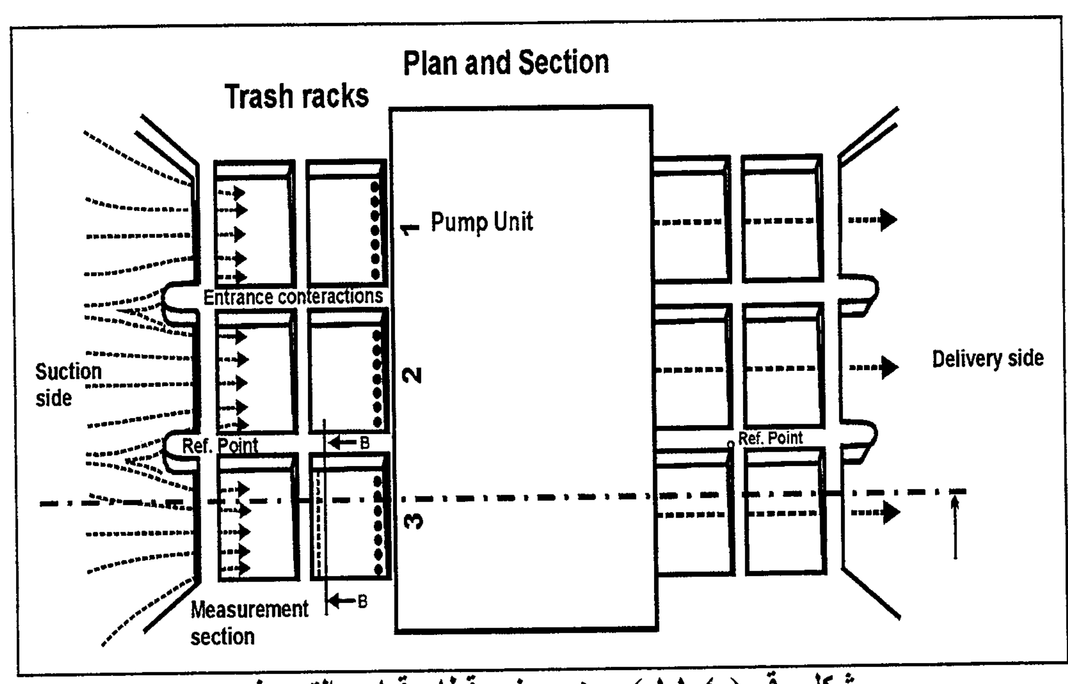
ولتلافى حدوث هذه الأخطاء يجب إتخاذ الخطوات التالية :

- معايرة جميع وحدات محطات الصرف وذلك عن طريق تشغيل وحدة واحدة وقياس التصرف بطريقة (السرعة × المساحة) وذلك بإستخدام جهاز الكرنتميتر ثم تشغيل وحدتين وقياس التصرف وهكذا ... حيث يتم قياس تصرف جميع الوحدات ولكل وحدة على حدة .
- مقارنة التصرف الفعلى بالتصرف الإفتراضى للحصول على كفاءة الوحدة.
- خلال إختبار التصرف الفعلى للوحدات أثناء المعايرة يتم تغيير الضاغط الإستاتيكى لإيجاد العلاقة بينه وبين تصـــرف كل وحدة وتسمى هذه العلاقة بمنحنى التصرف - الضاغط الإستاتيكى (Q-H curve) والتى يمكن منها تحديد تصرف الوحدات مقابل الفرق بين منسوب المص والطرد فيها .

ولضمان الحصول على قياسات دقيقة وصحيحة لابد من تزويد محطات الصرف بأجهزة أوتوماتيكية تشمل أجهزة تسجيل مناسيب المص والطرد بالمحطات يمكن عن طريقها معرفة الفرق بين منسوبى المص والطرد،بصفة منتظمة ودقيقة وكذلك أجهزة تسجيل عدد ساعات الإدارة لكل وحدة (Time – Counters) ويمكن تحديد التصرف الفعلى اليومى لكل وحدة عن طريق ضرب التصرف الفعلى حسب منحنى (التصرف - الضاغط الإستاتيكى) × كفاءتها × عدد ساعات تشغيلها .

لتقدير منحنى التصرف لإحدى محطات الصرف يتم أخذ مقياسين على الأقل لتصرف كل وحدة من وحدات المحطة أحدهما على منسوب رفع منخفض والآخر على منسوب رفع أعلى .

ويتم إختيار قطاع القياس من ناحية المص لتلافى الدوامات الناشئة من الطلمبة فى ناحية الطرد ويكون موضع قطاع القياس كما بالشكل رقم (٤-١١) ويكون فى حوض المص بعد أن إنتظمت خطوط سير المياه.



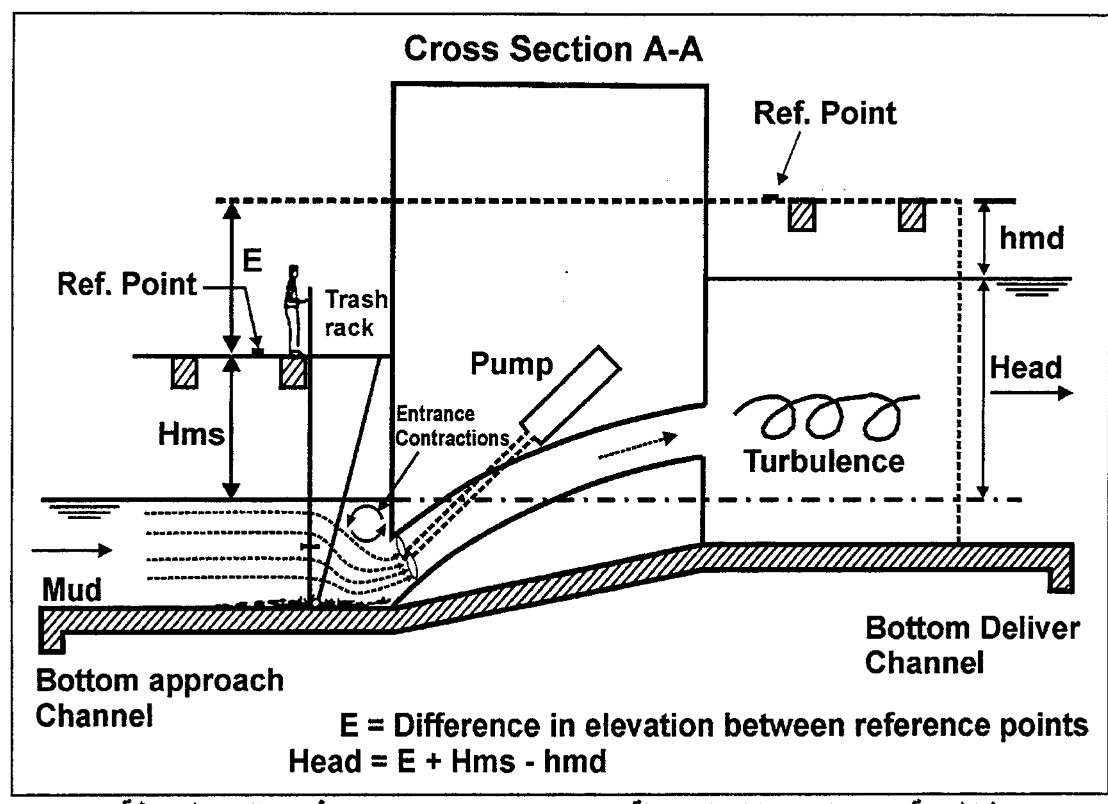
شكل رقم (٤-١١) يبين موضع قطاع قياس التصرف

ويراعى أثناء القياس قيام عامل التنظيف بإخراج الحشائش والنباتات المائية والأكياس البلاستيك من على شبك الحجز حتى لا تؤثر على دقة القياس .

ويمكن تلخيص خطوات القياس فى التالى :

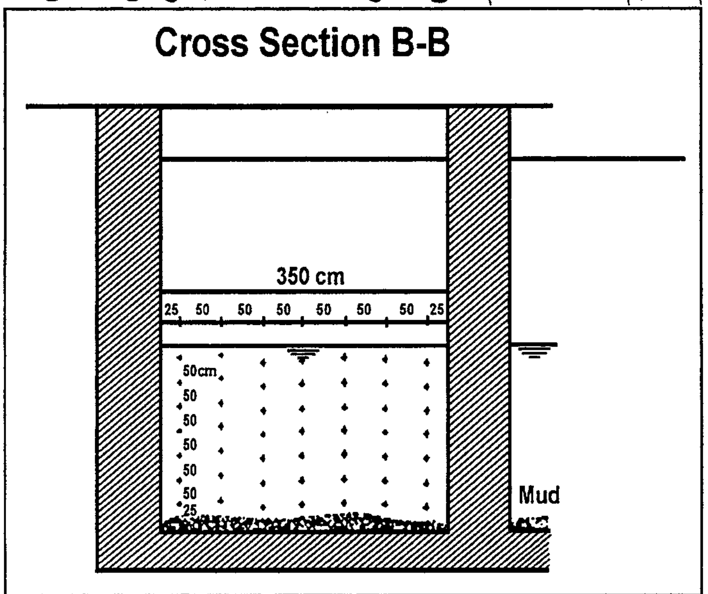
١ - قم بفحص ظاهرى للمحطة للتأكد من وجود مسطرة قياس المناسيب فى جانبى المحطة .

٢ - فى حالة عدم وجود مسطرة المناسيب قم بإختيار نقطة قياسية Referance Point فى جانب المص والطرد وتعليمهما شكل (٤-١٢) وإيجاد الفرق فى منسوب هاتين النقطتين بواسطة ميزان المساحة.



شكل رقم (٤-١٢) إختيار مواقع Referance Points فى جانبى المحطة

٣ - إبدأ بقياس عرض حوض المص . ثم يقسم إلى ٦-٨ أقسام متساوية. لابد أن يكون أول وآخر قسم متساويين . تم بتعليم هذه الأقسام على الخرسانة الخاصة بحوض المص كما بشكل رقم (٤-١٣)



شكل رقم (٤-١٣) تقسيم القطاع المائى لحوض المص إلى مواضع وأعماق القياس

٤ - قم بإختيار زمن القياس Time interval وهو عادة ٣٠ ثانية فى عداد القياس .

٥ - قم بقياس منسوب المياه بالنسبة Referance Point بواسطة شريط قياس كل ١٥ دقيقة فى كل من المص والطرد أو مباشرة من مسطرة قياس المناسيب فى حالة توفرها .

٦ـ إبدأ فى القياس فى الموضع الأول للعمق الأول للوحدة الأولى . وللحفاظ على الوقت قم بقياس الصف الأول فى جميع أعمدة القياس (مواضع القياس) وهو على عمق ٢٥ سم من القاع ثم بعد الإنتهاء منه قم بإخراج الكرنتميتر من الماء وإرفعه للموضع ٧٥ سم من بداية عامود القياس وبعد ذلك أنزله فى الماء وقم بقياس الصف الثانى فى كل مواضع القياس وهكذا حتى الإنتهاء من جميع صفوف القياس فى جميع المواضع .

٧ـ بعد إنتهاء المعايرة للوحدة الأولى مر بإيقاف هذه الوحدة وتشغيل الوحدة الثانية لبدء قياسها حتى الإنتهاء من جميع الوحدات.

٨ـ بعد الإنتهاء من قياس جميع الوحدات قم بمناقشة الفنيين بالمحطة عن عدد الوحات اللازمة للتشغيل فى وقت واحد للوصول إلى أكبر منسوب رفع .

٩ـ قم بقياس هذه الوحدات التى تعمل معا للوصول إلى أكبر منسوب رفع بالتوالى .

١٠ـ بعد الإنتهاء من هذه الوحدات قم بإيقافها وتشغيل عدد آخر لإجراء نفس القياس عند أكبر رفع لبقية الوحدات .

وهكذا يكون قد تم قياس جميع وحدات المحطة عند أقل رفع ممكن وأقصى رفع ممكن . وعن طريق حساب التصرف ومعالجة البيانات إحصائيا يمكن الوصول إلى منحنى التصرف لهذه المحطة .

٤ـ٢ـ٢ـ٤ منحنى المعايرات

المنحنيات الدالة على التصرف والتى تعرف بإسم Rating Curve هى علاقة بين معدل التصرف ومنسوب المياه. وهناك ثلاث علاقات هامة لمواقع القياس المذكورة سابقا :

١ـ العلاقة بين التصرف ومنسوب سطح الماء وتتم هذه العلاقة فى المجارى المائية المكشوفة التى تتدفق منها المياه بتأثير الجاذبية حيث يؤثر على التصرف منسوب سطح الماء فقط وتسمى Stage – discharge relation

٢ـ العلاقة بين التصرف وسرعة المياه (Velocity – discharge relation) وتتم فى المجارى المائية المكشوفة التى تتأثر بظاهرة المياه المرتدة نتيجة قرب هذه المواقع من البحر (back –water effects)

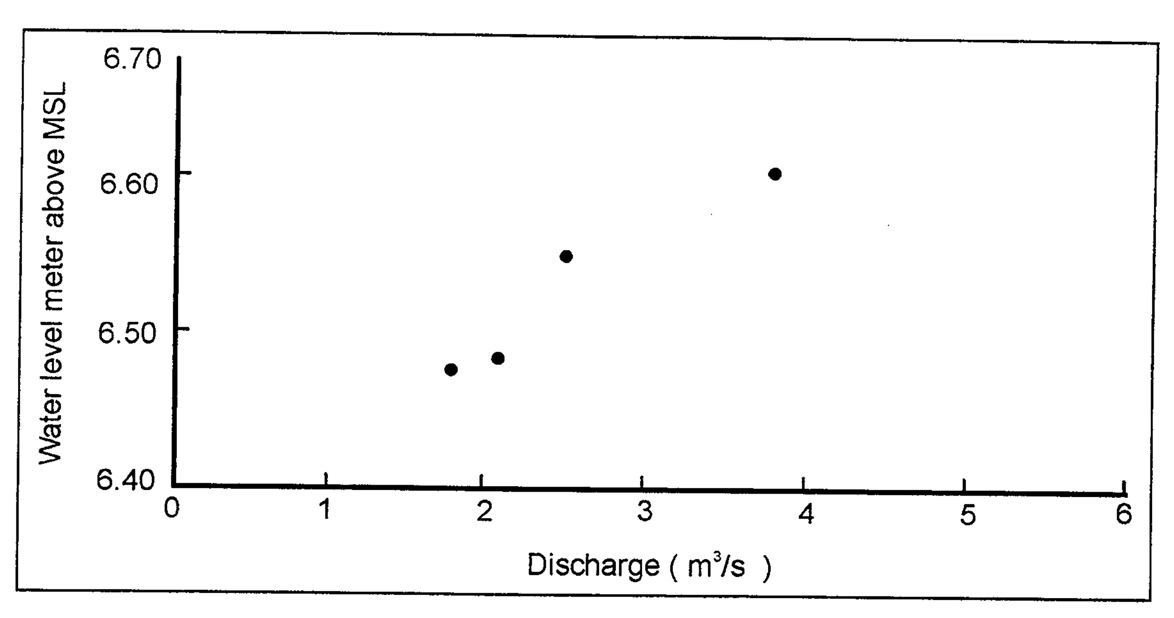
٣ـ العلاقة بين التصرف والرفع وتتم فى محطات الرفع وتسمى Capacity curve

٤ـ٢ـ٢ـ٤ـ١ العلاقة بين التصرف وإرتفاع منسوب الماء فى المجارى المائية المكشوفة

١ـ إجراء عدد لا يقل عن خمس قياسات فى المجرى المائى المكشوف . وعلى هذا يكون متوفرا خمس أزواج من Q – H .

٢ـ يتم توقيع البيانات كما بالشكل التالى (شكل ٤ـ١٤) .

٣ـ يتم عمل علاقة إحصائية بين التصرف ومنسوب سطح الماء (Stage-discharge relation) وتكون هذه العلاقة خطية أو أسية، ويتم أختيار العلاقة ذات الأرتباط العالى من الجداول الأحصائية . وفى حالة إنطباق شروط الأرتباط فى المعادلة المتحصل عليها مع عدد القياسات تصبح (Stage-discharge relation) صالحة للتطبيق.



شكل رقم (٤-١٤) العلاقة بين التصرف وإرتفاع سطح المياه

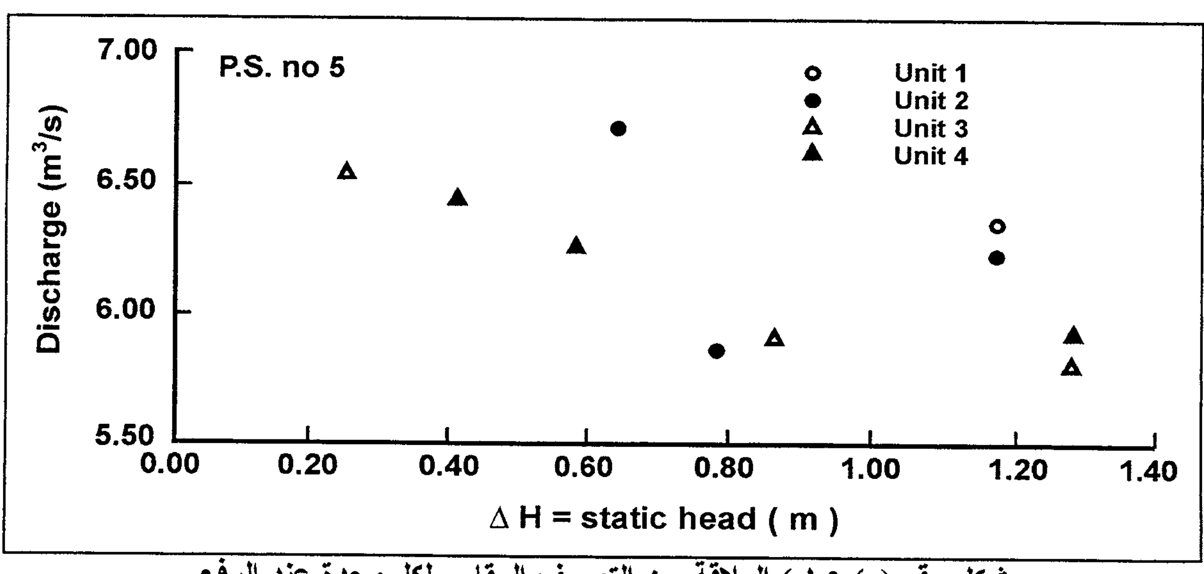
٤-٢-٢-٤-٢ العلاقة بين التصرف والرفع لمحطات الصرف (Capacity curve)

بعد إجراء القياسات الخاصة بتصرف كل وحدة عند مستويات مختلفة من الرفع الهيدروستاتيكى يتم إختيار النتائج المتوفرة كما يلى :

١ - إختيار النتائج المتوفرة من عملية القياس والتأكد من وجودها فى أزواج من التصرف والرفع الهيدروستاتيكى (Q-H Pair) والتأكد من صحة حساب التصرف Q وكذلك التأكد من حساب H المقابل لهذا التصرف ويمكن التأكد من قياس Hm فى حوض المص بجمع قيمة Hm المقاس بواسطة الشريط إلى عمق الماء أثناء القياس ولابد أن يكون مجموع القياسات المختلفة متساوى .

٢ - بعد ذلك يتم تجميع Q-H Pair فى جداول موضح بها تاريخ إجراء القياسات ويجب أن تكون على الأقل زوجين لكل وحدة ويفضل أن تكون ثلاثة أزواج من Q-H Pair لكل وحدة. ويحتوى هذا الجدول على بعض المعلومات الخاصة بتشغيل تلك المحطة مثل عدد الوحدات ، التصرف التصحيحى للوحدة ، أكبر رفع أثناء التشغيل خلال نفس العام / متوسط الرفع خلال نفس العام .

٣ - يتم رسم Q – H Pair كما بالشكل رقم (٤-١٥) .



شكل رقم (٤-١٥) العلاقة بين التصرف المقاس لكل وحدة عند الرفع

٤ - يتم عمل تحليل إحصائى (Linear regression) لجميع الوحدات متجمعة بعد الحصول على التصرف يتم قسمة التصرف المعاير ÷ التصرف التصميمى للحصول على كفاءة المحطة.
٥ - بعد ذلك يتم توقيع منحنى المعايرة .

وليس عمليا إيجاد معادلة التصرف لكل وحدة من وحدات المحطة ولكن معادلة واحدة للمحطة فى حالة تساوى جميع الوحدات فى التصرف التصميمى . أما إذا كانت المحطة تحتوى على نوعين من الوحدات فيتم إيجاد معادلة التصرف لكل عدد من الوحدات له نفس التصرف التصميمى ... وتكون المعادلة المتحصل عليها كما يلى :

$$Q = A - bH \qquad (4-5)$$

حيث :

Q = التصرف م^3 / ث

A = التصرف فى حالة الرفع يساوى صفر

b = النسبة $\frac{dQ}{dH}$

H = الرفع الإستاتيكى

٤-٢-٢-٤-٣ ملاحظات عامة للمعايرات

معايرة المصارف المكشوفة

- يلزم عمل قياسات على التصرف لجميع المواقع المحددة لشبكة الرصد بصفة دورية لملاحظة حدوث أى تغييرات خصوصا تلك التى تحدث فى مواقع التحكم.
- لا يتوقف مدى دقة قياس معين فقط على دقة طريقة القياس وإنما على مدى تمثيل النقطة أيضا . وفى الحالتين فإن مدى دقةالقياس يمكن أن يتحسن بزيادة عدد القياسات .

معايرات محطات طلمبات الصرف

- يجب أن تقوم مصلحة الميكانيكا والكهرباء بإخطار الجهة المسئولة عن المعايرات عن أى تغيير فى قدرة الوحدات نتيجة أعمال الصيانة والتجديد.
- يجب على المهندس المسئول عن المعايرات التأكد من هذه التغيرات أثناء المأموريات الحقلية ، حيث يتطلب الأمر إعادة المعايرة للطلمبات.
- يجب أن تعاير الطلمبات على مناسيب مختلفة أثناء تشغيل وحداتها للحصول على منحنيات تصرفات واقعية.
- إذا وجد أن التصرف المقاس يختلف عن التصرف المستنتج من المنحنى المتاح بأكثر من ١٠٪ يلزم إعادة معايرة محطة الطلمبات.

٤-٢-٣ معايير المياه الصالحة للرى

٤-٢-٣-١ مواصفات المياه الصالحة للرى

المعايير التى تحدد صلاحية المياه للرى هى :

أ ـ درجة الملوحة :

تقاس درجة الملوحة إما بالملليموز / سم أو ملليجرام / لتر مع ملاحظة أن تركيز الأملاح بالملليجرام / لتر = درجة تركيز الأملاح بالملليموز / سم × ٦٤٠ تقريبا.

ب ـ درجة تركيز أيون الصوديوم :

يكمن أهمية أيون الصوديوم لما له من تأثير ضار على التربة حيث يسبب إنهيار بنائها ، خصوصا إذا كانت التربة طينية حيث يفقدهاالقابلية لنفاذ الماء ويحولها إلى وسط غير صالح لنمو النبات ... ويعبر عن درجة تركيز أيون الصوديوم بالنسبة المئوية للصوديوم الذائب أو نسبة الصوديوم المدمص.

$$\text{النسبة المئوية للصوديوم الذائب} = \frac{\text{تركيز الصوديوم الذائب (ملليمكافىء / لتر)}}{\text{التركيز الكلى للكاتيونات (ملليمكافىء / لتر)}} \times ١٠٠$$

$$\text{نسبة الصوديوم} = \frac{ص^{+}}{\sqrt{\frac{كا^{++} + مغ^{++}}{٢}}}$$

ويقل التأثير الضار لأيون الصوديوم كلما زادت ملوحة المياه ، لذلك فهو يتخذ كمعيار للحكم على صلاحية المياه بعد ربطه بدرجة تركيز الأملاح .

ج ـ تركيز البورون :

يجب ألا يزيد تركيز البورون عن ٢ جزء فى المليون.

حيث أن مياه الرى تحتوى على كميات من الأملاح الذائبة يختلف محتواها من هذه الأملاح حسب مصدرها ، لذلك عند تقييم صلاحية مياه الرى لابد من معرفة المحتوى الملحى . وعلى هذا فقد إقترح معمل الملوحة المصرى عام ١٩٨١ تصنيفا لصلاحية مياه الرى يعتمد على درجة الملوحة والنسبة الكلية للأملاح الذائبة ما هو موضح بالجدول رقم (٤ـ٤) .

جدول رقم (٤ـ٤)
تصنيف مياه الرى طبقا للنسبة الكلية للأملاح الذائبة
(معمل الملوحة المصرى)

درجة الملوحة	درجة التوصيل الكهربائى ملليموز / سم	النسبة الكلية للآملاح الذائبة جم / م^{3}
منخفض الملوحة	أقل من ١	أقل من ٦٠٠
منخفض ـ متوسط الملوحة	١,٠ ـ ١,٥٠	٦٠٠ ـ ٩٠٠
متوسط الملوحة	١,٥ ـ ٢,٥	٩٠٠ ـ ١٦٠٠
متوسط ـ عالى الملوحة	٢,٥ ـ ٣,٠	١٦٠٠ ـ ١٩٠٠
عالى ـ عالى جدا	٣,٠ ـ ٣,٥	١٩٠٠ ـ ٢٣٠٠
عالى جدا	أكثر من ٣,٥	أكثر من ٢٣٠٠

وأوصى معمل الملوحة المصرى بإستخدام مياه ذات ملوحة أقل من ٩٠٠ ملليجرام / لتر فى الرى دون توقع حدوث مشاكل للتربة أو النباتات .

وهناك تصنيف آخر للمياه الصالحة للرى يأخذ فى الإعتبار كلا من : درجة الملوحة ، النسبة المئوية للصوديوم ، نسبة الصوديوم المدمص ، الكلورايد والبورون ويشمل هذا التصنيف خمسة رتب من ١ إلى ٥ كما هو موضح بالجدول رقم (٤-٥) وكلما زادت الرتبة قلت صلاحية المياه للرى .

جدول رقم (٤-٥)
تصنيف المياه الصالحة للرى

الرتبة	درجة الملوحة ملليموز / سم	ص٪	نسبة الصوديوم المدمص	الكلورايد ملليمكافىء / لتر	البورون جزء فى المليون
١	٠,٥	٤٠	٣	٣	٠,٥
٢	١,٠	٦٠	٦	٦	١,٠
٣	٢,٠	٧٠	٩	١٠	٢,٠
٤	٣,٠	٨٠	١٢	١٥	٣,٠
٥	٤,٠	٩٠	١٥	٢٠	٤,٠

وهناك تصنيف ثالث يحدد صلاحية المياه للرى يأخذ فى الإعتبار كلا من درجة الملوحة ، نسبة الصوديوم المدمص ، الكلورايد ، تركيز البورون أو الأمونيا ، البيكربونات والأس الأيدروجينى جدول رقم(٤-٦) .

جدول رقم (٤-٦)
مواصفات المياه الصالحة للرى

العناصر	درجة المشكلة		
	بدون مشاكل	مشاكل	مشاكل خطيرة
الملوحة (ملليموز / سم)	أقل من ٠,٧٥	٠,٧٥ - ٣,٠	أكثر من ٣,٠
نسبة الصوديوم المدمص المعدل	أقل من ٣	٣ - ٩	أكثر من ٩
الكلورايد (ملليمكافىء / لتر)	أقل من ٤	٤ - ١٠	أكثر من ١٠
البورون (ملليجرام / لتر)	أقل من ٠,٧٥	٠,٧٥ - ٢	أكثر من ٢
النيترات أو الأمونيا (ملليجرام / لتر)	أقل من ٥	٥ - ٣٠	أكثر من ٣٠
البيكربونات (ملليمكافىء / لتر)	أقل من ١,٥	١,٥ - ٨,٥	أكثر من ٨,٥
الأس الأيدروجينى	اقل من ٦,٥	٦,٥ - ٨,٤	أكثر من ٨,٤

د ـ العكارة :

يؤخذ هذا العامل فى الإعتبار بصفة خاصة عند تقييم صلاحية مياه الرى للإستخدام مع نظام الرى بالرش أو التنقيط .

هـ ـ العناصر المغذية : النيتروجين / الفوسفور / البوتاسيوم

يعتبر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم من المغذيات الرئيسية لنمو النبات ووجودها يحسن من قيمة المياه خاصة عند إستخدامها فى الرى. وحينما تصرف هذه المياه إلى بيئة مائية فإن النيتروجين والفوسفور يؤدى إلى حدوث نمو للحشائش المائية الغير مرغوبة . أما عندما تصرف هذه المياه بكميات زائدة إلى الأرض يؤدى هذا إلى تلوث المياه الجوفية.

ووجود هذه العناصر المغذية للنبات فى المياه يمكن أن يكون عاملا هاما فى توفير تكاليف الأسمدة المطلوبة وبالأخص النيتروجين والفوسفور.

و ـ العناصر الدقيقة Trace elements

هى مجموعة من العناصر المعدنية التى توجد فى مياه الرى أو المياه العادمة أو التربة وبتركيزات قليلة لا تتجاوز عدة ملليجرامات / لتر لذا تعرف بالعناصر النادرة ز وتعرف هذه العناصر فى مجال تغذية النبات وخصوبة التربة بالعناصر الصغرى نظرا لدرجة تركيزها وليس لأهميتها .

وعادة لا تتضمن التحاليل الروتينية لمياه الرى والتربة تقدير هذه العناصر الدقيقة . أما فى تحليل المياه العادمة فإن تحديد هذه العناصر يعد ضروريا خصوصا لو وجدت مياه المصانع طريقها إلى المياه العادمة ، وبالرغم من أن بعض هذه المعادن يعد ضروريا لتغذيةالنبات فإن وجودها بتركيزات عالية فى مياه الرى يمكن أن تكون له آثار سمية ضارة بالنبات ويوضح الجدول رقم (٤ـ٧) الحدود المسموح بها من العناصر النادرة فى مياه الرى . والمعادن التى تعد ضرورية لتغذية النبات هى الحديد والمنجنيز والزنك والنحاس والبورون والموليبدنم .

أما أكبر المخاطر الصحية فيما يتصل بهذه العناصر هى المخاطر المرتبطة بتلوث المحاصيل ، وأخطر هذه العناصر الكادميوم والسيلينيوم والزئبق ويساعد إنخفاض رقم حموضة التربة (أقل من ٦) على إحداث هذا الأثر .

وبالإضافة الى المعايير الواردة فى البند السابق، فإنه يجب مراعاة المعايير التالية والمنصوص عليها فى الباب السادس من القرار رقم ٨ لسنة ١٩٨٣ بشأن اللائحة التنفيذية للقانون رقم ٨ لسنة ١٩٨٢ فى شأن حماية نهر النيل والمجارى المائية من التلوث على النحو التالى:

حددت المادة(٦٠) معايير ومواصفات المياه العذبة التى يرخص بصرف المخلفات الصناعية السائلة المعالجة إليها.

حددت المادة (٦١) معايير الترخيص بصرف المخلفات الصناعية السائلة المعالجة الى مسطحات المياه العذبة.

حددت المادة (٦٥) المعايير التى يجب أن تتوافر فى مياه الصرف قبل رفعها الى مسطحات المياه العذبة .

جدول رقم (٤–٧) أعلى تركيز مسموح به للعناصر الثقيلة فى مياه الرى

العنصر	التركيز الأقصى ملليجرام / لتر	ملاحظات
ألومينيوم	٥,٠	يسبب تلف المحاصيل فى التربة الحمضية (pH < 5.5)
أرسينيك	٠,١٠	تتراوح درجة الخطورة على المحاصيل من ١٢ ملليجرام / لتر للبرسيم السودانى إلى ٠,٠٥ ملليجرام / لتر للأرز.
بيريليوم	٠,١٠	تتراوح درجة الخطورة على المحاصيل من ٥ ملليجرام / لتر للفت إلى ٠,٥ ملليجرام / لتر لشجيرات الفاصوليا
كادميوم	٠,٠١٠	لابد من عمل احتياطات كافيه لمنع تراكمه في النبات حيث يسبب أضرار بالغه علي الحصه
كوبالت	٠,٠٥٠	يزيد تأثيره الضار في التربه الحمضيه
كروم	٠,١٠	لاتوجد معلومات كافيه عن تأثير علي النبات ولذا يوصي بعمل إحتياطات كافيه.
نحاس	٠,٢٠	ضار جدا بعديد من المحاصيل عند تركيز ٠,١ إلي ٠,١مليجرام /لتر
فلوريد	١,٠	تقل الخطورة في التربة القاعدية
حديد	٥,٠	غير ضار بالنبات في التربة جيدة التهوية وقد يسبب نقص الفوسفور والموليبدينوم - أيضا يسبب مشاكل عند الري بالرش من أعلي
ليثيوم	٢,٥٠	مماثل للبورون في التأثير
منجنيز	٠,٢٠	ضار جدا بعديد من المحاصيل خاصة في التربة الحمضيه
موليبديلوم	٠,٠١٠	ضار بالماشية عند تغذيتها بعلف مزروع بأراضي غنيه بالموليبدينوم.
نيكل	٠,٢٠	ضار جدا بعديد من المحاصيل عند تركيز ٠,٥ إلي ٠,١مليجرام /لتر وتقل في التربة القاعدية.
رصاص	٥,٠٠	يمنع نمو النبات عند التركيزات العالية.
سيليثيوم	٠,٠٢	برغم أهميته لغذاء الماشية لكن بتركيز منخفض جدا حيث أن زيادته ضارة جدا بالنبات وسامه للماشيه.
تنجستين	—	ضار ولكن نسبة الضرر غير معروفة حتي الآن
قصدير	—	ضار ولكن نسبة الضرر غير معروفة حتي الآن
تيتانيوم	—	ضار ولكن نسبة الضرر غير معروفه حتي الآن
فاناديوم	٠,١٠	ضار جدا بعديد من النباتاتعند تركيزات منخفضة نسبيا
زنك	٢,٠	ضار جدا بعديد من النباتات عند تركيزات مختلفة ، تقل أضراره عند ph > 6.0 وكذلك فى التربة ذات الحبيبات الدقيقة أو العضوية

٢-٣-٢-٤ معايير نوعية مياه الصرف المناسبة لرى بعض المحاصيل المختلفة تحت الظروف المصرية

عن طريق جمع نتائج الدراسات التى تمت فى مصر عن إستخدامات المياه المنخفضة النوعية فى الرى أمكن توضيح العلاقة بين ملوحة مياه الرى وبين إنخفاض الإنتاجية المحصولية ... وفيما يلى ملخص لأهم هذه النتائج والتى توضح درجات تركز الأملاح فى مياه الصرف المستخدم فى الرى والتى يبدأ عندها إنخفاض الإنتاجية بالنسبة للمحاصيل الرئيسية فى الدورات الزراعية المصرية:

- القطن يتحمل الرى بمياه ذات ملوحة تصل إلى ٤٠٠٠ ملليجرام / لتر دون أى إنخفاض فى المحصول ، وتنخفض إنتاجية المحصول بنسبة ٢٥٪ عند الرى بمياه ذات ملوحة تصل إلى ٦٠٠٠ ملليجرام / لتر .

- الأرز يتحمل الرى بمياه ذات ملوحة تصل إلى ١٠٠٠ ملليجرام / لتر دون أى نقص فى المحصول.. بينما تنخفض الإنتاجية بنسبة ١٨٪ إذا كانت ملوحة مياه الرى ١٥٠٠ ملليجرام / لتر وبصفة عامة تبدأ الإنتاجية فى الإنخفاض حين تزيد ملوحة طبقة التربة السطحية عن ١,٥ ملليموز/سم.

- القمح يتحمل الرى بمياه ذات ملوحة تصل إلى ٢٥٠٠ ملليجرام / لتر بدون أى نقص فى المحصول ويحدث نقص فى المحصول بنسبة ٢٠٪ عند إستخدام مياه رى ذات ملوحة تصل إلى ٤٠٠٠ ملليجرام / لتر ويبدأ الإنخفاض الشديد فى إنتاج الحبوب مع زيادة ملوحة التربة بين (٤,٥ - ١٥) ملليموز/سم.

- الشعير لا تتأثر إنتاجيته عند إستخدام مياه رى ذات ملوحة تصل إلى ٢٠٠٠ ملليجرام / لتر وعند إستخدام مياه رى ذات تركيز ٣٠٠٠ ملليجرام / لتر ، يحدث نقص فى الإنتاجية بنسبة ٢٠٪ . وقد وجد أنه يتحمل ملوحة تربة تصل الى نحو ٦ ملليموز/سم.

- البرسيم يعتبر من المحاصيل الحساسة جدا للملوحة ولا يتحمل ملوحة أكثر من ٨٠٠ ملليجرام / لتر وتنخفض الإنتاجية بنسبة ٢٠٪ إذا زادت ملوحة مياه الرى حتى ٢٠٠٠ ملليجرام / لتر.

- بالنسبة للبقوليات أوضحت النتائج أن ملوحة مياه الرى أقل من ١٠٠٠ ملليجرام / لتر لا تؤثر على إنتاجية محصول الفول البلدى .. بينما يحدث إنخفاض فى إنتاجيته بمعدل ٢٧,٩ ، ٣٢,٦ ، ٤٥,٣ ، ٦٦,٢٪ عند إستخدام مياه رى ذات تركيزات (٢٠٠٠ ، ٣٠٠٠ ، ٤٠٠٠ ، ٨٠٠٠) ملليجرام على التوالى. وكذلك تنخفض إنتاجية محصول فول الصويا بمعدل ١٢، ٣٧، ٧٤٪ عند أستخدام مياه رى ذات تركيزات ملوحة ١٥٠٠، ٢٤٠٠، ٣١٠٠ ملليمجرام/لتر على التوالى:

وعموما فإن إستخدام مياه الصرف فى الرى يقتضى مراعاة الآتى :

١ - إختبار نباتات تتحمل التركيزات الملحية فى مياه الرى وتجنب النباتات الحساسة للملوحة.
٢ - تحسب الإحتياجات الغسيلية وتضاف إلى المقنن المائى .
٣ - يفضل إستخدام هذه النوعية من المياه فى الرى فى الأتربة الخفيفة القوام .
٤ - فى حالة إرتفاع نسبة الصوديوم بالماء أو وجود نسبة (كربونات + بيكربونات) مرتفعا ينصح بإستعمال الجبس إما بإضافته إلى التربة أو بخلطه مع ماء الرى .
٥ - تراعى نسبة الخلط بين مياه الصرف مع مياه الترع حتى ينخفض تركيز الأملاح عن الحدود المسموح بها .

٦ - من الممكن إستخدام مياه الصرف فى الرى مباشرة بدون خلط مرة أو مرات ثم تناوب الرى بماء عذب مع مراعاة أن يكون الرى بالماء العذب فى الفترات الحساسة لنمو النبات.
٧ - كلما زاد تركيز الأملاح ومرات الرى زادت الحاجة إلى الصرف وخاصة الصرف المغطى والعميق .

٤-٢-٤ أساليب إعادة إستخدام مياه الصرف فى الرى

تعتبر سياسة إعادة إستخدام مياه الصرف الزراعي في أغراض الري واستصلاح أراضي جديدة في مصر من السياسات الثابتة التي تنتهجها وزارة المواد المائية والري لتعظيم مالدينا من موارد مائية لزيادة الإنتاج الزراعي رأسيا وأفقيا لمجابهة الزيادة المطردة في عدد السكان وما يحتاجة من غذاء وكساء .

ولتحقيق إدارة سليمة للمياه بصفة عامه لابد من مراعاة مايلي :
- الري المتكرر لتقصير الفترة بين الريات وعدم تعرض التربة للجفاف.
- تنظيم عمليات الري بمياه ملحية مع مياه عذبة.
- تطبيق احتياجات الغسيل بالنسب السليمة .
- إستخدام طرق الري المناسبة لمستوي تركيز الأملاح في مياه الري .

وإستخدام مياه الصرف لأغراض الري له بعض المحاذير من حيث التأثير المعاكس علي التربة وبالتالي علي الإنتاج المحصولي خصوصا علي المدي الطويل .. وللأستفادة من مياه الصرف لابد أن نكون علي دراية بالعوامل والمعايير التي تستخدم فيها مياه المصارف بل ولابد من معرفة الطرق الكفيلة لآجتناب الأخطار المترتبة علي أستخدام المياة العالية الملوحه .. ومن المعروف أن هناك مصدرين لمياه الري : الأول : مياه نهر النيل وهى مياه عذبة ذات نوعية جيدة والآخر : مياه المصارف الزراعية وهى مياه ملحية ذات نوعية متدنية.

وتتم عملية الرى بالمياه العذبة مع المياه الملحية بالطرق الآتية :
١ - الخلط المباشر لمياه الصرف بالمياه العذبة بنسب معينة للحصول على مياه خلط ذات نوعية مناسبة.
٢ - تبادل الرى بالمياه الملحية والمياه العذبة.
٣ - الرى بكميات مياه اقل من الإحتياجات المائية.

٤-٢-٤-١ الخلط المباشر Direct Mixing

تسمح المقاييس والمعايير العالمية بإستخدام مياه للرى تصل ملوحتها إلى ٢٠٠٠ جزء فى المليون فى الرى بشكل مباشر أو بعد خلطها بالمياه العذبة بدون توقع حدوث مشاكل خطيرة خصوصا إذا تم إستخدام هذه المياه فى رى الأراضى الرملية الخفيفة .
ومن نتائج تحليل عينات مياه الصرف الزراعى التى قام بها معهد بحوث الصرف أمكن تقسيم مياه المصارف المتوفرة حسب ملوحتها إلى أربع أقسام رئيسية يعاد إستخدامها طبقا للمعايير الآتية :

أ - أقل من ٧٠٠ جزء فى المليون : يمكن إستخدامها مباشرة فى الرى
ب - ٧٠٠ - ١٥٠٠ جزء فى المليون : تخلط بمياه عذبة بنسبة ١ : ١
ج - ١٥٠٠ - ٣٠٠٠ جزء فى المليون : تخلط بمياه عذبة بنسبة ١ : ٢ ، ١ : ٣
د - أكبر من ٣٠٠٠ جزء فى المليون : غير صالحة لأغراض الرى فى الوقت الحالى.

ويوصى الباحثون بضرورة إجراء عمليات الغسيل بمياه عذبة بعد الرى بماء ملحى كما يأتى :

- عند الرى بمياه ملوحتها ١٠٠٠ جزء فى المليون يجب الغسيل بمياه عذبة بعد ٢٠ ريه .
- عند الرى بمياه ملوحتها ٢٠٠٠ جزء فى المليون يجب الغسيل بمياه عذبة بعد ١٠ ريات .

وتوصى وزارة الموارد المائية والرى عند إعادة إستخدام مياه الصرف بما يلى :

- تخصيص مياه الرى ما أمكن لرى الأراضى القديمة بالدلتا والوادى أولا .
- توجيه مياه الصرف الزراعى والصحى إلى المناطق الجديدة التى تصلح نوعية أراضيها للزراعة والرى بهذه المياه.
- إستخدام مياه صرف الوجه القبلى للرى فى مواقع داخل زماماتها بدلا من صرفها فى النيل والتى ترفع من ملوحته .
- حساب الميزان الملحى بصفة مستمرة للأراضى المروية بهذه المياه وحساب الإحتياجات الغسيلية.

٤-٢-٤-٢ تبادل الرى بالمياه الملحية والعذبة Alternate Irrigation

يتوقف نجاح نظام تطبيق الرى المتعاقب (تبادل الرى بالمياه الملحية والعذبة) على مراحل نمو النبات المختلفة ومدى حساسيتها لنوعية المياه ... حيث يتم الرى بالمياه العذبة فى الفترات الحرجة من نمو النبات مثل فترة الإنبات وتكوين البادرات وفترة الإزدهار وعقد الثمار حيث تعتبر تلك الفترات من الفترات الحرجة فى نمو النبات والتى تؤثر على الإنتاجية المحصولية بدرجة كبيرة .. ويتم الرى بالمياه المالحة فى الفترات الأخرى من مراحل نمو النبات .. وتعطى هذه الطريقة نتائج إيجابية مع الأخذ فى الإعتبار تحديد مراحل نمو النبات المختلفة بدقة لتجنب التطبيق الخاطىء للرى المتعاقب .

٤-٢-٤-٣ الرى بكميات مياه أقل من الإحتياجات المائية Deficit Irrigation

يعتبر نظام الرى بكميات مياه أقل من الإحتياجات المائية لبعض المحاصيل من الأساليب المتبعة للتغلب على مشكلة نقص المياه ولكن تحت شرط توفر الماء الأرضى القريب من إنتشار الجذور ... كما يعتمد على نوع المحاصيل المنزرعة حيث أن بعض المحاصيل ذات جذور عميقة مثل القطن (١ - ١,٥ م) ، وبتطبيق هذا النظام فى حالة توفر تلك الشروط (نوع المحصول وقرب الماء الأرضى) يشجع نظام الرى بكميات قليلة تلك النباتات على نمو الجذور إلى طبقات أعمق فى القطاع الأرضى والحصول على حاجتها من المياه وقد أثبت هذا النظام نجاحات فى العديد من الدول .

٤-٣ المراجع

1. Comparing Environmental Health Risks in Cairo. PRIDE/USAID, September 1994.

2. Irrigation Practices in relation to disease in man, strategic Research Program (NWRC), Environment and National Resources Policy and Training Project (EPAT). Winrock, USAID, August 1995.

3. International standards, water quality sampling, part 2.

4. Guidance on Sampling techniques ISD, 5667-2-1991.

5. Guidance on the Preservation and handling of Samples ISD, 5667 – 3: 1994.

6. Sampling for water quality, water quality branch, inland waters Directorates, OTTWA, Canada, 1983.

7. Health guidelines for the use of Water in agriculture and aquaculture. Technical report Series No. 778, WHO. Genoa, 1989.

8. Assessment of water quality. Harareles in Egypt. National water Conservation unit. March 1995.

9. Water quality monitoring in Egypt. Final report for the Advisory Panel.

١٠. د/ سامى الحسينى، أثر التنمية على البيئة – الندوة الفنية عن تنمية منطقة بحيرة ناصر – أسوان – أكتوبر ١٩٩٥.

الباب الخامس
أعمـــال الصيـــانة

٥-١ مجرى النيل

٥-١-١ عمل قطاعات عرضية على النيل بواسطة جهاز الجس الصوتى

أولا : الغرض من عمل قطاعات لنهر النيل:

إن الغرض الرئيسى من عمل قطاعات عرضية لنهر النيل هو التعرف على شكل قاع النهر عن طريق المساحة الهيدروجرافية وتستخدم هذه القطاعات فى أغراض عدة منها على سبيل المثال وليس الحصر :

- دراسة حركة قاع النهر.
- دراسة الإطماء والنحر .
- دراسة وحماية جسور نهر النيل .
- دراسة مواقع مآخذ محطات مياه الشرب على نهر النيل .
- دراسة مواقع إنشاء كبارى علوية على نهر النيل .

وتعتمد المسافة بين كل قطاعين على الدراسة المطلوبة مع مراعاة أن يكون القطاع عمودى على مجرى نهر النيل.

ثانيا : الأجهزة والمعدات المطلوبة :

- لنش
- سيارة
- جهاز قياس مسافات Distomat بمشتملاته
- عاكس مجمع وآخر فردى
- جهاز جس صوتى بمشتملاته
- عدد (٣) شاخص بطول ٢ متر مثبت عليها رايات فسفورية اللون ليسهل تمييزها عما حولها .

ثالثا : الأفراد اللازمين :

- مهندس (يعمل على جهاز - Distomat)
- فنى (لتسجيل قراءات جهاز Distomat أثناء العمل)
- فنى (يعمل على جهاز الجس الصوتى)
- عامل (يعمل على العاكس الفردى على البرين الغربى والشرقى)
- سائق للنش وبحارى
- سائق للسيارة

رابعا : توضيح نوعية العمل بالموقع :

شكل رقم (٥-١) يوضح كروكى عام لقطاع عرضى بنهر النيل موضح عليه المعدات وفيما يلى خطوات العمل :

١ - عمل الميزانيات :

يمكن إستخدام جهاز Distomat فى عمل الميزانيات الأرضية كما يلى :

- يضبط الجهاز عند نقطة ثابتة وتكون الرؤية واضحة من أمامها وخلفها بالعين المجردة.
- يوضع العاكس بالحامل (الفردى) فى النقطة المراد معرفة منسوبها وتقاس المسافة المائلة من الجهاز مع تسجيل إرتفاع العاكس وكذا إرتفاع الجهاز.
- يتم إدخال الزاوية الرأسية بالجهاز وتصحيح المسافات لتعطى المسافات الأفقية والرأسية.
- تعتبر نقطة لقاء سطح الماء بالأرض هى ألـ Datum (منسوب الصفر) ويطرح أو يضاف عليها المسافات الرأسية الأخرى .
- يضاف بعد ذلك إلى القراءات المقاسة (الرأسية) منسوب المياه الحقيقى والمقاس من مقاييس المياه المعروقة على النيل (إذا كان الموقع المراد دراسته قريب من هذه المقاييس) أو يحسب منسوب المياه (بالنسبة والتناسب) وذلك إذا كان الموقع بعيدا .

جدول رقم (٥-١) يحتوى على نموذج للقراءات والبيانات المطلوبة فى عمل الميزانيات الأرضية .

٢ ـ الجس الصوتى :

شكل رقم (٥-٢) يوضح رسم بيانى لقاع نهر النيل فى أحد المواقع وفيما يلى طريقة العمل :

- يضبط جهاز الـ Distomat على زر Track وهو يتيح للجهاز إستقبال قراءات مستمرة (وهى مائلة) .
- يوضع العاكس المجمع على اللنش ويربط جيدا أو يتناوله أحد العمال للحفاظ على إتجاهه نحو جهاز Distomat
- يضبط اللنش ويكون بإتجاه عمودى على النهر مستعينا بعدد ٢ شاخص براية فسفورية على الجانب المتجه إليه وذلك لمساعدة سائق اللنش على إستخدام مسار مستقيم قدر الإمكان. شكل رقم (٥-٣).
- يفتح جهاز الجس الصوتى ويضبط أبعاد الرسم البيانى على حسب عمق النهر فى المنطقة المراد دراستها .
- يقف عامل يحمل راية فسفورية (بجوار جهاز Distomat) بحيث يشير إلى مشغل جهاز الجس الصوتى للإفادة بتسجيل العمق فى هذه النقطة .
- يبدأ اللنش بالتحرك فى إتجاه الراية والمنتهية (تكون أمام أو خلف جهاز الـ Distomat بحيث لا تعيق الرؤية أمام الجهاز) ويبدأ بتسجيل المسافات المائلة من جهاز Distomat عن طريق الفنى وفى نفس الوقت التى تقرأ المسافة تؤخذ علامة على جهاز الجس الصوتى . ويستمر حتى يصل اللنش إلى البر الآخر .

ويراعى ما يلى أثناء العمل :

أثناء عمل الميزانيات الأرضية يفضل أخذ قراءات تحت سطح المياه بالعاكس الفردى وذلك إذا ما كان اللنش غير قادر على الدخول إليها (لقلة منسوب المياه) وذلك فى البر الغربى أو الشرقى على السواء جدول (٥-٢) يحتوى على البيانات المطلوبة أثناء الجس .

خامسا : طريقة رسم القطاع :

لرسم القطاع الغربى لابد من تصحيح القراءات التى تم رصدها بالجهاز وفيما يلى طريقة التصحيح .

١- بالنسبة للميزانيات الأرضية :

منسوب سطح الجهاز (أ) = إرتفاع العاكس عن سطح المياه (h) + المسافة الرأسية (H) عن سطح المياه (بإشارتها) .

منسوب النقطة (ب) = منسوب سطح الجهاز (أ) – إرتفاع العاكس عن (ب) – المسافة الرأسية بإشارتها عند (ب) .

وبالتالى يعتبر منسوب النقطة (ب) المماثل إلى Y (المسافة الرأسية) والمسافة الأفقية D والتى تماثل Xيتم حسابها كالتالى :

$$D = \sqrt{L^2 - H^2} \text{ ....(5-1)}$$

أو مباشرة من الجهاز بإدخال الزاوية الرأسية ويعطى الجهاز بعد ذلك المسافة الأفقية والراسية .
شكل رقم (٥-٣) يوضح طريقة حساب منسوب سطحى الجهاز وكذلك أى نقطة.

٢ - بالنسبة للجسة :

يمكن حساب المسافة الأفقية D المماثلة لـX كما يلى :

$$D = \sqrt{L^2 - H^2} \text{ ....(5-2)}$$

حيث أن

D = هى المسافة الأفقية المراد معرفتها .
L = هى المسافة المائلة المسجلة بجهاز الـ Distomat
H = هى المسافة الرأسية وتحسب كالتالى :

$$H = Y - h\text{.....................................(5-3)}$$

حيث أن $\Delta_{w.I}$ = هى المسافة الرأسية الكلية من سطح المياه إلى منسوب الجهاز.
h= هى إرتفاع العاكس المجمع عن سطح المياه .

أما بالنسبة للمسافات الرأسية والتى تماثل (Y)

تؤخذ المسافات الرأسية من الرسم البيانى لجهاز الجس الصوتى وتطرح من منسوب المياه الحقيقى مع الآخذ فى الإعتبار أن كل مسافة أفقية بطريقة جهاز الــDistomat لها عمق مسجل على الرسم البيانى الخاص بجهاز الجس الصوتى.

شكل رقم (٥-٤) يوضح طريقة تصحيح القراءات المائلة أثناء الجس الصوتى.

٣- الشكل العام للقطاع العرضى لنهر النيل :

يجب مراعاة الشكل العام بالقطاع العرضى لنهر النيل ، وفيما يلى أمثلة لطريقة الرفع المساحى لأشكال مختلفة من القطاعات العرضية :

(أ) أن يكون قطاع نهر النيل به خور أو منطقة ضحلة قليلة العمق بحيث لا يسمح بمرور لنش المساحة كما هو موضح بالشكل ٥-٥أ . وبالتالى يتم الرفع المساحى للمسافات D_1 ، D_2 ، D_3 رفع ميزانيات كما تم توضيحها فى بند رابعا (١) والجزء المتبقى من القطاع يتم رفعه مساحيا عن طريق الجس الصوتى كما تم توضيحه فى بند رابعا (٢) .

(ب) أن توجد جزيرة ظاهرة بوسط القطاع ومنسوب المياه يسمح بمرور اللنش من أمام وخلف الجزيرة كما هو موضح بالشكل ٥-٥-ب وبالتالى يتم الرفع المساحى للمسافات D_1 ، D_2 ، D_3 رفع ميزانيات مع الأخذ فى الإعتبار رفع وش المياه حول الجزيرة ورفع المجرى الرئيسى والفرعى عن طريق الجس الصوتى .

(ج) أن توجد جزيرة غاطسة بوسط الفطاع ومنسوب مياه النيل يسمح بمرور اللنش من أمام وخلف الجزيرة ولا يسمح بمرور اللنش من فوق الجزيرة كما هو موضح بالشكل رقم ٥ - ٥ - ج وعليه يتم رفع الجزيرة الغاطسة (D_2) رفع ميزانيات وبالمثل البرين D_1 ، D_3 أما المجرى الرئيسى والفرعى فيتم رفعهما عن طريق الجس الصوتى.

ملحوظة :
يتم عمل الميزانيات للبرين (الغربى والشرقى) أولا وأما بالنسبة للجزر الغاطسة منها أو الظاهرة فيمكن عملها أثناء الجس الصوتى مع الأخذ فى الإعتبار تجميع بيانات الميزانيات مع بيانات الجس الصوتى وذلك لرسم القطاع كاملا فى نهاية العمل .

٤- جهاز قياس المسافات Distomat

وهو عبارة عن جهاز لقراءة المسافات الأفقية والرأسية ويتكون من جزئين رئيسيين هما :
أ - تيودوليت ضوئى Opitical Theodolite
ب - جهاز إرسال وإستقبال ومضات والتى تستخدم فى قياس المسافات.

إستخداماته :
يستخدم فى جميع الأغراض المساحية مثل :
١ - عمل الميزانيات الأرضية
٢ - عمل القطاعات العرضية بنهر النيل (تحديد مكان اللنش أثناء الحركة)
٣ - عمل الترافيرسات .

مشتملاته :
١ - حامل للتيودوليت
٢ - بطارية
٣ - شاحن بطارية
٤ - حامل ثلاثى
٥ - عاكس (فردى - مجمع)

٥- جهاز الجس الصوتى

وهو عبارة عن جهاز لقياس أعماق الأنهار والبحار ويختلف نوعه بإختلاف إستخداماته .
ويعمل بإرسال نبضات أو موجات صوتية عبر المياه حتى تصل إلى القاع وتردد مسجلة بذلك العمق .

العوامل المؤثرة على قياس الأعماق

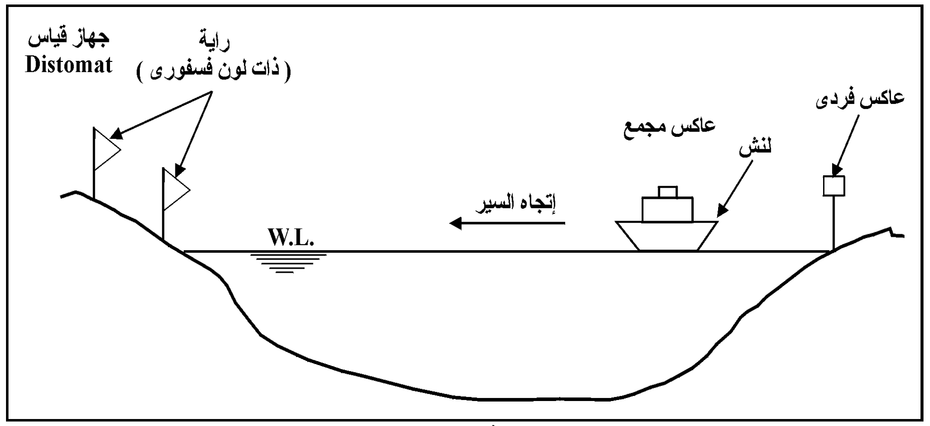
١- درجة الحرارة
٢ - العمق

إن درجة حرارة المياه لها تأثير كبير على مدى كفاءة قياس الأعماق لذا لابد من إجراء معايرة لجهاز الجس الصوتى كلما تغيرت درجات حرارة طبقات المياه .

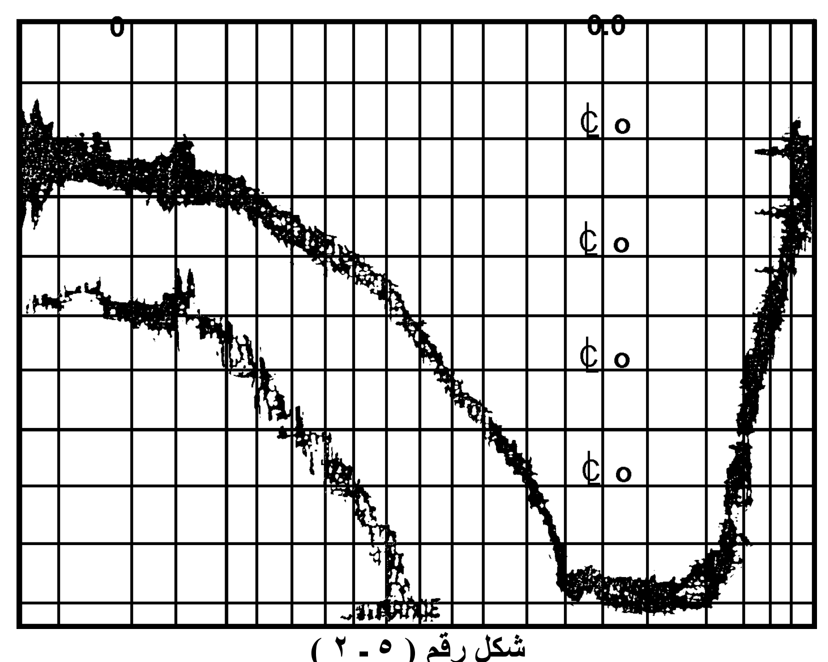
إستخداماته :

يستخدم هذا الجهاز فى رفع الأعماق لكل من :

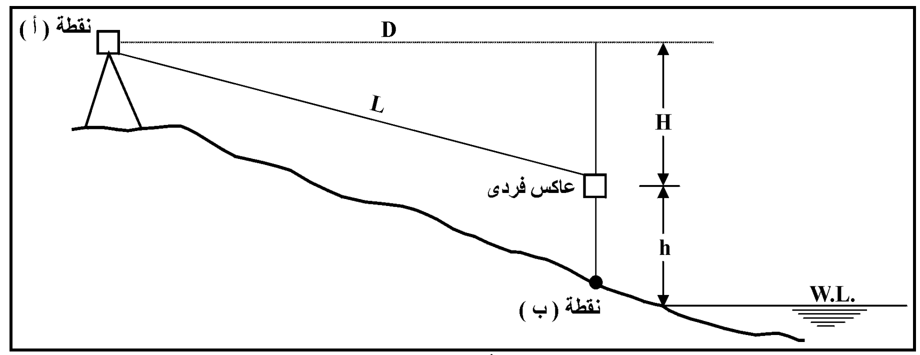
١ - الأنهار : ويستخدم جهاز جس صوتى ذو تردد عالى .
٢ - البحار والمحيطات : ويستخدم جهاز جس صوتى ذو تردد منخفض .



شكل رقم (٥ - ١)
كروكى عام لقطاع عرضى موضح عليه المعدات والأفراد

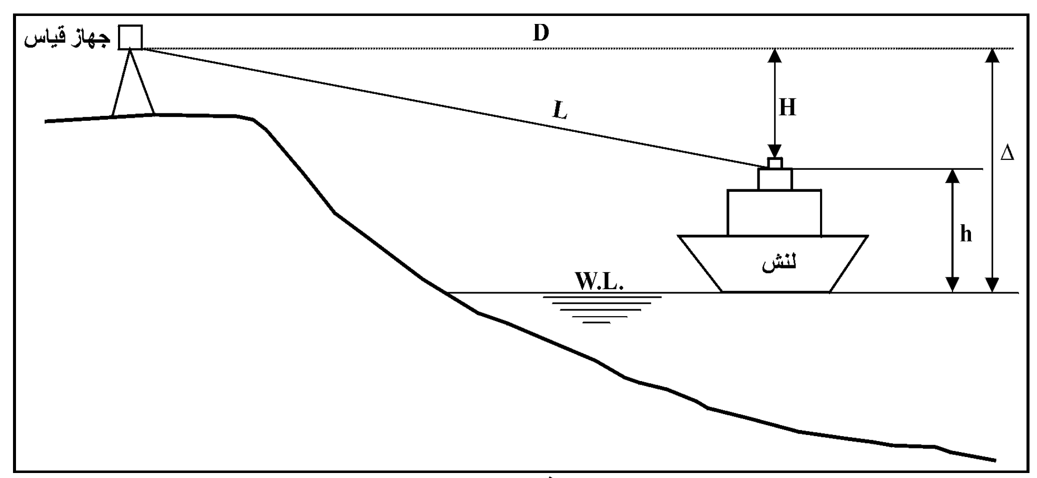


شكل رقم (٥ - ٢)
رسم بيانى مستخرج من جهاز الجس الصوتى يوضح شكل قاع النيل



شكل رقم (٥ - ٣)

طريقة تصحيح القراءات المائلة لجهاز قياس المسافات (أثناء عمل الميزانيات)



شكل رقم (٥ - ٤)

طريقة تصحيح القراءات المائلة لجهاز قياس المسافات (أثناء الجس الصوتى)

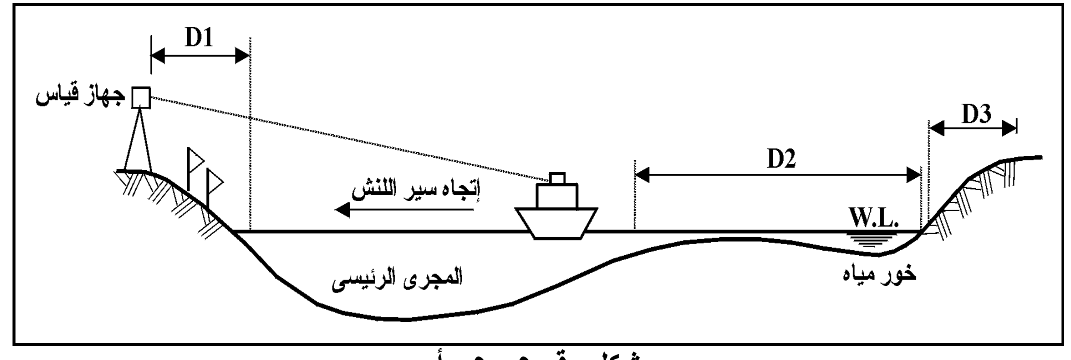
جدول رقم (٥ - ١)

نموذج (١)

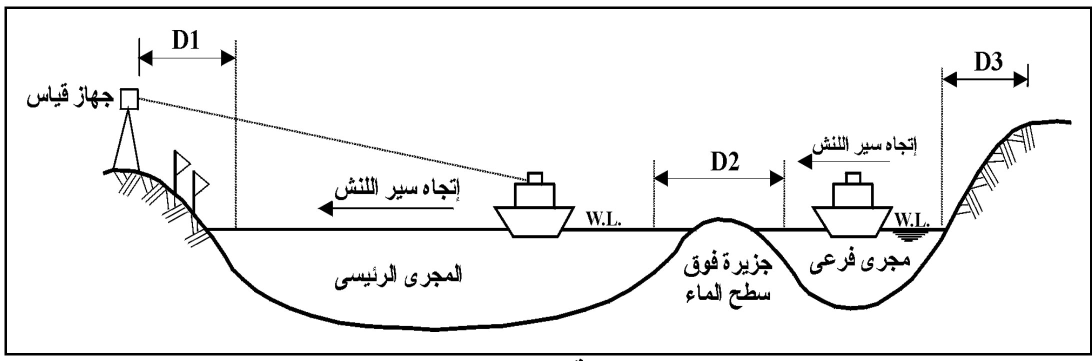
الموقع / كم		التاريخ	
قطاع رقم		البر	
المقياس / كم		المقياس / كم	
المنسوب		المنسوب	
الميزانيـــــــــــة موقع الجهاز			
المسافة الأفقية	المسافة الرأسية	إرتفاع العاكس	ملاحظات

جدول رقم (٥ - ٢)
نموذج (٢)

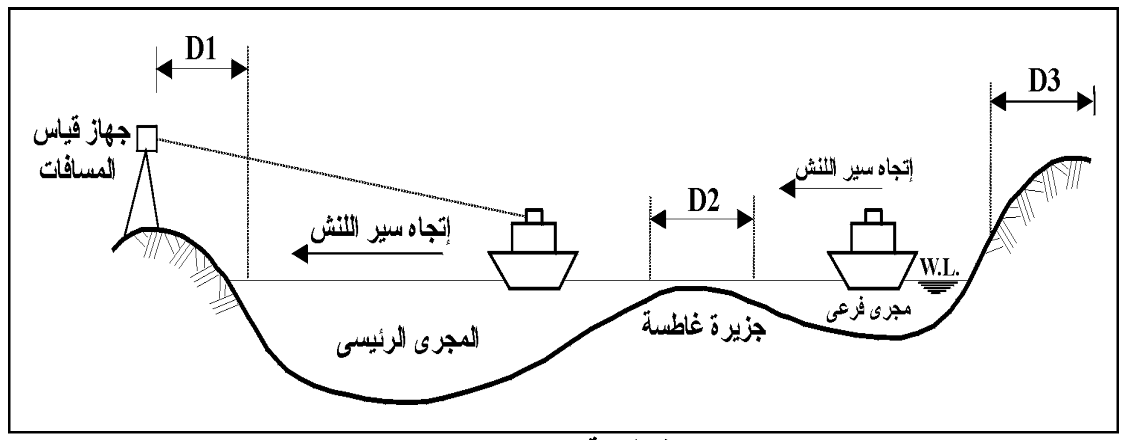
الجس					
موقع الجهاز:			إرتفاع العاكس فوق المقاس		
الجس	من	إلى	بعد العاكس عن سماعة جهاز الجس		
عدد النقاط					
كروكى					



شكل رقم ٥ - ٥ - أ



شكل رقم ٥ - ٥ - ب



شكل رقم ٥ ـ ٥ ـ ج

٥ـ١ـ٢ هيدروليكا الأنـهار

على عكس السريان فى المواسير فإنه فى حالة السريان فى الأنهار يكون خط الميل الهيدروليكى منطبقا مع السطح المكشوف للنهر . وعليه فإن مساحة القطاع المائى تزداد أو تنقص تبعا للتصرف المار بالنهر.

٥ـ١ـ٣ مورفولوجية نـهر النيل

٥ـ١ـ٣ـ١ إتزان النـهر وأشكاله وتعرجاته

فى حالة الأنـهار الرسوبية يكون عمق المياه لا يتوقف فقط على تصرف النهر بل كذلك على عرض النهر (w) وميل خط الطاقة (S) .
ويمكن تقسيم الأنـهار الرسوبية إلى :

أ ـ أنـهار يحدث بها ترسيب (Aggrading) .
ت ـ أنـهار يحدث بها نحر (Degrading) .
ج ـ أنـهار متزنة

والأنـهار المتزنة هى التى أصبح ميل القاع بها والقطاع قادرين على نقل تصرف المياه والمواد الرسوبية القادمة من حوض النـهر .

وقد أعطى لين (Lane) المعادلة الآتية :

$$Q_s .D_{50} = Q.Se \qquad (5\text{-}4)$$

حيث (Q_s) هو تصرف المواد الرسوبية ، (D_{50}) هو القطر المتوسط للحبيبات ، (Q) هو تصرف المياه ، (Se) هو ميل خط الطاقة .

ومن هذه المعادلـة يتبين أنه إذا زادت (Q_s) فإن (D_{50}) لابد أن تقل ، كما أن (Se) لابد أن تزيد أما إذا قلت (Q_s) فإن (D_{50}) تزيد وتقل (Se) .

وعند زيـادة (Se) أو قلـتها فـإن المـواد الرسـوبية إمـا أنهـا تـؤخذ مـن قـاع النـهر أم إنهـا تترسـب علـى قـاع النـهر .

وشكل النهر يمكن أن يكون ، شكل (٥ - ٦) :

أ - مستقيم (Straight) .
ب - متعرج ذو ميل صغير (Meandering) .
ج - متشعب وبه جزر وذو ميل كبير (Braiding) .

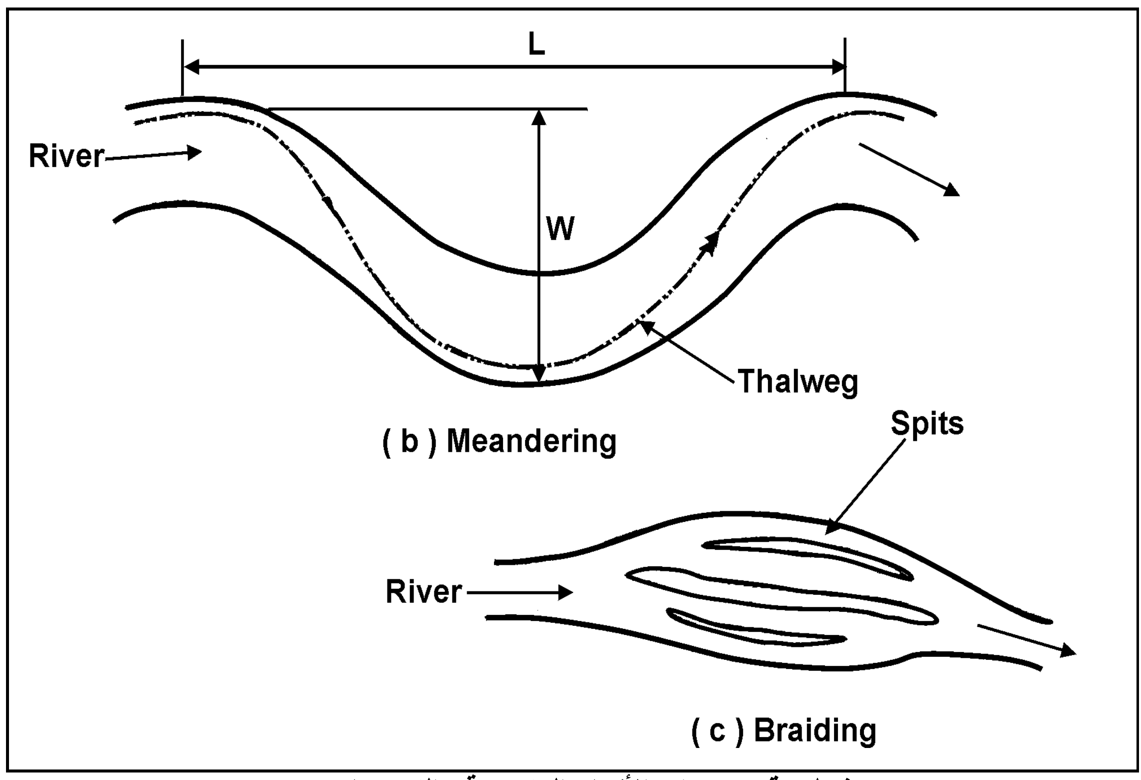
وقد أعطـى ليوبولد وولمـان (Leopld and Wolman, 1957) قيمة للميل (S) إذا زاد النهر عنها تكونت به الجزر (Braided) وإذا قل عنها نتجت به تعرجات (Meanders) كالآتى :

$$S = 0.10\, Q^{-0.44} \qquad (5\text{-}5)$$

حيث (Q) هو التصرف بالمتر المكعب / الثانية.

وقد أعطـى هندرسـون (Henderson 1966) معادلـة أخـرى آخذا فـى الإعتـبار قطـر حبيبات المـواد الرسوبية على قاع النهر كالآتى :

$$S = 0.517\, .D_{50}^{\;1.14}\, .Q^{-0.44} \qquad (5\text{-}6)$$



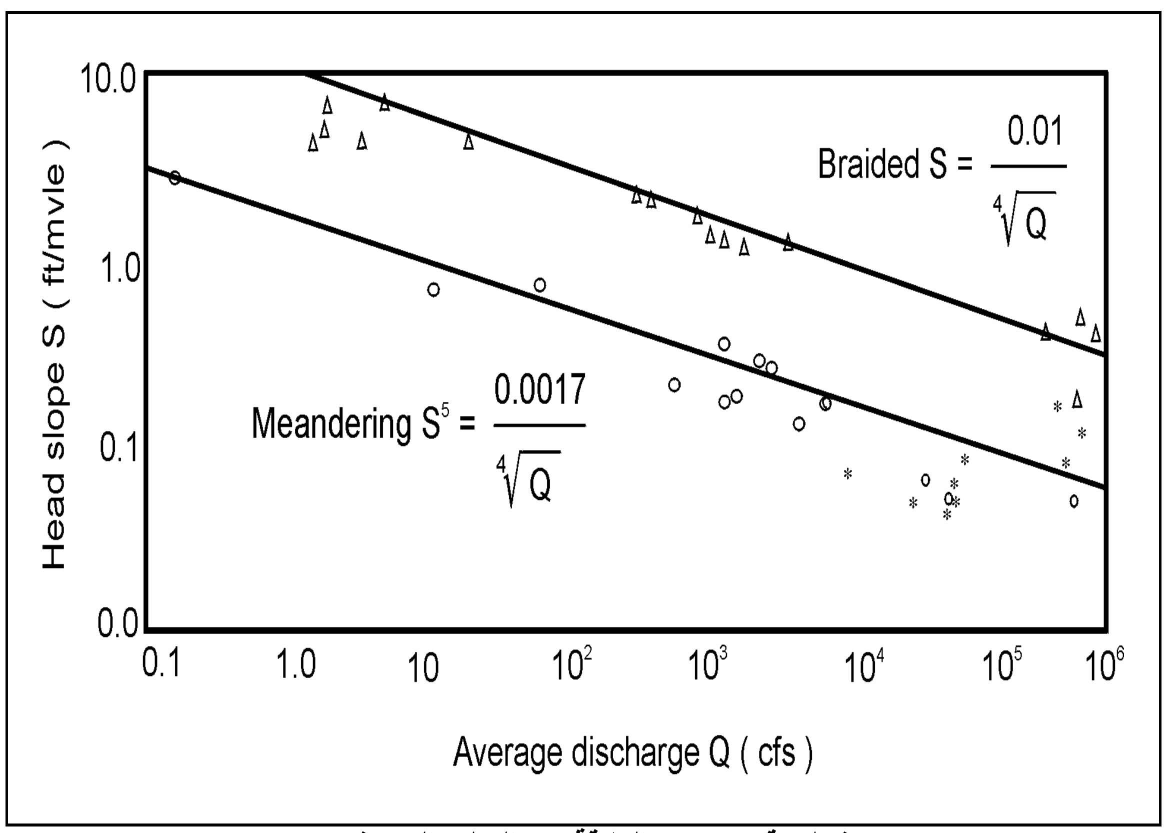
شكل رقم (٥-٦) الأنـهار المتعرجة والتى بها جزر

حيث (D_{50}) بالمتر ، (Q) بالمتر المكعب / الثانية .

وفد أعطى لين (Lane 1957) علاقة للأنهار المتعرجة والتى بها جزر ، شكل (٥-٧) كالآتى :

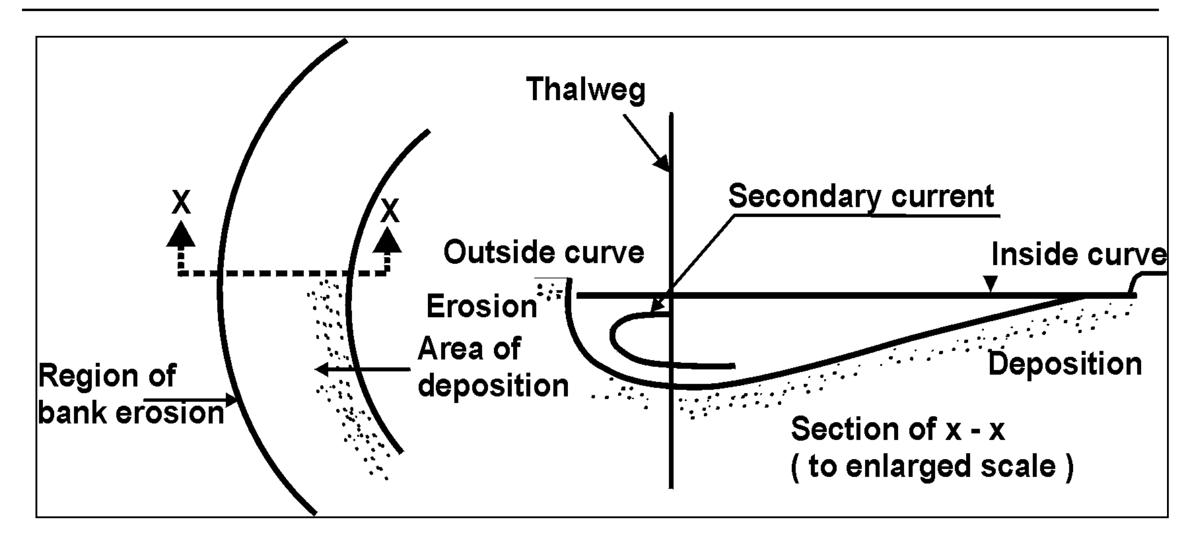
$$S = \frac{K}{\sqrt[4]{Q}} \qquad (5\text{-}7)$$

حيث (S) هو ميل النهر ، (K) معامل يتوقف على شكل النهر ، (Q) هو التصرف المتوسط بالقدم المكعب / الثانية ومن هذه المعادلة يتضح أنه كلما زاد ميل النهر (S) كلما زادت به الجزر وكلما قل الميل كلما زادت التعرجات بالنهر .



شكل رقم (٥-٧) العلاقة بين الميل والتصرف

وتعرف درجة التعرج (Sinuosity) بأنها النسبة بين طول النهر إلى طول الوادى وفى معظم الأحوال تكون هذه النسبة تساوى (١,٥) أما إذا زادت هذه النسبة عن (١,٥) فإن النهر يكون أكثر تعرجا .
وتحدث التعرجات نتيجة للتيارات الثانوية (Secondary Currents) التى توجد عند الإنحناءات فى النهر (Bends) حيث تكون الأعماق غير متساوية فى القطاع ويتكون عمق أكبر فى الإنحناء الخارجى وعمق أصغـــر فى الإنحناء الداخلى ويسمى الخط الوهمى الواصل بين الأعماق الكبيرة وإنحناءات النهر (Thalweg) ويعمل ذلك على زيادة إنحناءات النهر بطريقة مستمرة ، شكل رقم (٥-٨) .



شكل رقم (٥-٨) الترسيب والنحر فى المنحنيات

وقد أعطى ليوبوليد وولمان Leopold and Wolman 1957 العلاقات الآتية :

$$\text{Wave Length } (L) = (7 \rightarrow 11)\, B$$
$$\text{Radius of Curvature } (r) = (2 \rightarrow 3)\, B$$
$$\text{Amplitude or Meanderbeit width } w = (10 \rightarrow 20)\, B$$

وقد أعطى إنجلز Inglis المعادلة الآتية :

$$L = C_L\ (Q_{max})^{1/2} \qquad (5\text{-}8)$$

حيث (L) هو طول موجة التعرج ، (C_L) ثابت يساوى (٥٠) تقريبا بنظام S-1 Units ، (Q_{max}) هو التصرف الأقصى الممكن حدوثه خلال ١٠٠ سنة كما أنه أعطى العلاقة الآتية :

$$W = C_W \cdot (Q_{max})^{1/2} \qquad (5\text{-}9)$$

حيث (C_W) ثابت يساوى تقريبا $\left(\frac{1}{2} C_L = 25\right)$ وبذلك تكون نسبة التعرج هى :

$$\text{Meander ratio} = \frac{W}{L} = \frac{C_W}{C_L} \simeq \frac{1}{2}$$

وقد أعطى ليوبولد وولمان (Leopold and Wolman) المعادلات الأتية بالقدم :

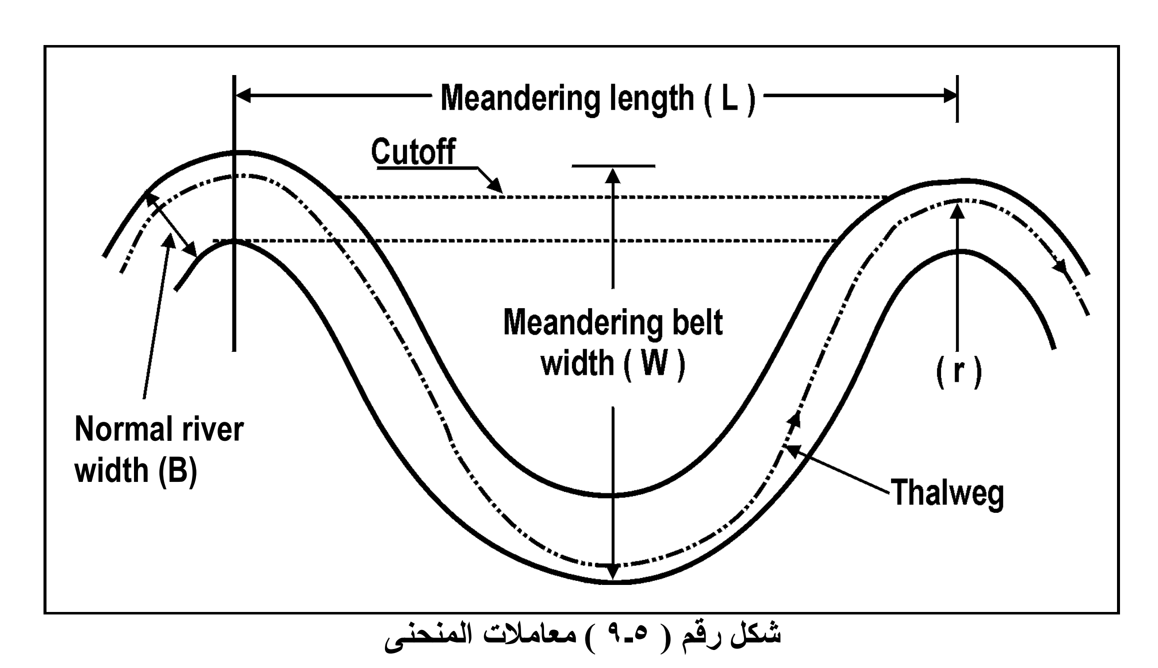
$$L = 10.9 \cdot B^{1.01} \qquad (5\text{-}10)$$
$$a = 2.7 \cdot B^{1.1} \qquad (5\text{-}11)$$

$$L = 4.7 \, . \, r_c^{0.98} \qquad (5\text{-}12)$$

حيث (L) هو طول الموجة بالقدم ، (a) هو عرض الموجة بالقدم ، (r_c) هو نصف قطر الإنحناء بالقدم شكل (٥-٩) .

وإذا تم تقريب الأسس إلى الواحد الصحيح يكون الحد الأقصى للإنحناءات فى النهر (r_c) هو :

$$r_c = 2.4 \, . \, B$$



شكل رقم (٥-٩) معاملات المنحنى

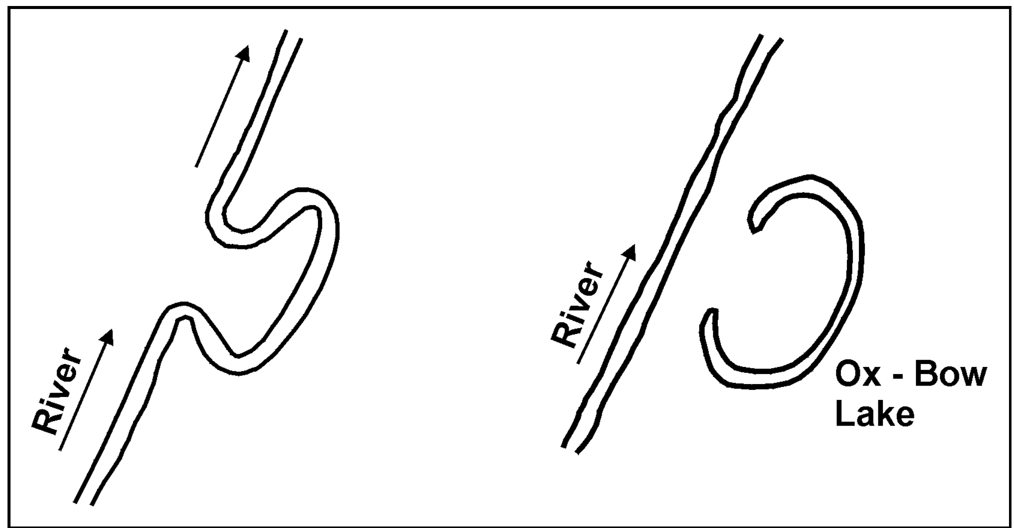
القطوع Cutoffs

يقوم النهر بعمل قطوع فى الإنحناءات الكبيرة نتيجة لتغير النحر فيها وينتج عن ذلك إنفصال هذه الإنحناءات كبحيرة منفصلة تعرف بإسم "Ox-Bow Lakes" وهى تحدث عند قيام النهر بتعديل ميله بعد زيادة طوله بدرجة كبيرة نتيجة للإنحناءات ، شكل رقم (٥-١٠) .

ويمكن عمل القطوع فى النهر بطريقة صناعية كنوع من تهذيب النهر ، وإذا تم ذلك يحدث تقليل فى طول النهر ويزداد الإنحدار ويقوم النهر بتعديل إنحداره بزيادة طوله عن طريق إستحداث إنحناءات جديدة .

التصرف السائد Dominant Discharge

فى حساب ودراسات مورفولوجية النهر يستخدم تصرف معين بإسم " التصرف السائد " وهو يساوى من (١/٢ ← ٢/٣) التصرف الأقصى فى النهر وهذا التصرف هو الذى يحدد إتزان النهر وإنحداره وإنحناءاته .



شكل رقم (٥-١٠) القطوع والبحيرات المنفصلة

التصرف المار حتى أعلى الجسور Bank full Discharge

يستخدم هذا التصرف فى دراسة تكون مجرى النهر وتغير قطاعه . وقد أعطى وليامز (Williams) العلاقة الآتية للتصرف المار حتى أعلى الجسور (Q_f) بالمتر المكعب فى الثانية :

$$Q_f = 4.0\ Af^{1.21}\ S^{0.28} \qquad (5\text{-}13)$$

حيث (Af) هى مساحة القطاع المائى حتى أعلى الجسور ، (S) هو ميل سطح المياه .

- قطاع النهر Hydraulic Geometry

يوجد عدد من المعادلات تحدد العلاقة بين عمق المياه (d) ، عرض النهر (B) ، والسرعة المتوسطة فى القطاع (V) كالآتى :

$$B = a \,.\, q^{b}$$
$$d = c \,.\, q^{f}$$
$$v = k \,.\, q^{m}$$

حيث (q) هو التصرف لوحدة العرض ، (a,b,c,f,k,m) هم معاملات عددية .
ولتحقيق معادلة الإستمرار (Continuity Equation) يكون :

$$q = B \,.\, d \,.\, v$$

ومنها يكون :

$$a \,.\, c \,.\, k = 1$$
$$d + b + f + m = 1$$

وقد أعطى ليوبولد ومادوك (Leopold and Maddock 1953) القيم الآتية :

$$b = 0.26 \quad , \quad f = 0.4 \quad , \quad m = 0.34$$

وحيث أن (f) أكبر من (b) ، فإن عمق المياه (d) عند قطاع معين يزيد مع التصرف بدرجة أسرع منه مع العرض (B) .

أى أن نسبة العمق تزيد مع زيادة التصرف (q) .

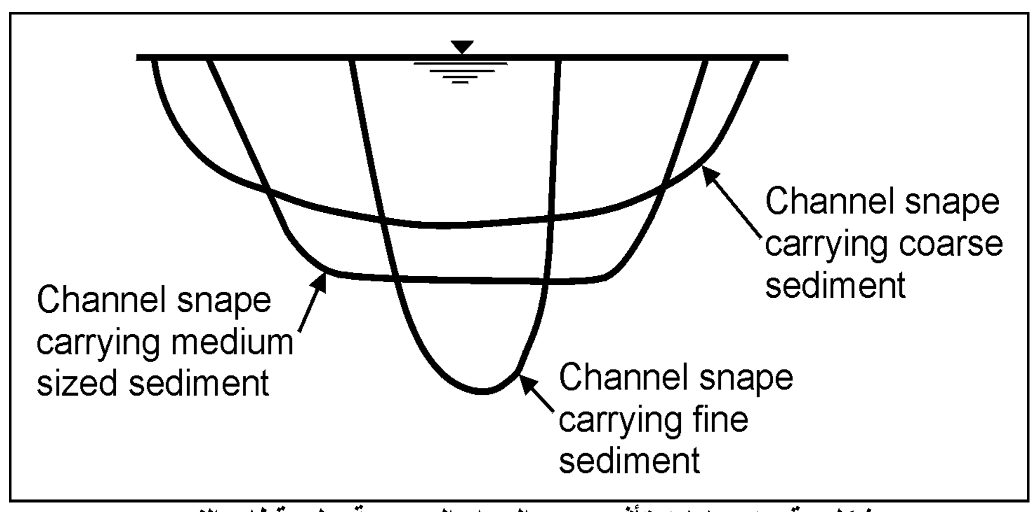
وقد أعطى لاسى (Laccy) العلاقة الآتية :

$$p = 4.75\sqrt{Q} \qquad (5\text{-}14)$$

حيث (p) هو المحيط المبتل ، (Q) هو التصرف السائد بالمتر المكعب فى الثانية .

وقد وجد لاسى أن قطاعات الأنهار تأخذ شكل نصف قطع ناقص (Semielliptical) .

وكلما زادت خشونة المواد الرسوبية كلما تسطح القطع الناقص وإزداد عرض القطاع ، وكلما أصبحت المواد الرسوبية ناعمة كلما إقترب شكل القطع الناقص من شكل الدائرة شكل (٥-١١) .



شكل رقم (٥-١١) تأثير حجم المواد الرسوبية على قطاع النهر

وقد أعطى بيتس (Pettis) العلاقات الآتية :

$$v = 0.5\,Q^{0.2} \qquad (5\text{-}15)$$

$$\text{and } A = 2.0\,Q^{0.85} \qquad (5\text{-}16)$$

حيث (v) هى السرعة بالمتر / الثانية ، (Q) هو التصرف بالمتر المكعب فى الثانية ، (A) هى مساحة القطاع بالمتر المربع .

٥-١-٣-٢ إنشاء ومد منحنى التصرف مع المنسوب (Rating Curve)

إنشاء منحنى التصرف مع المنسوب

فـى مواقـع التصـرف الثابـتة والتـى تتوفر فيها الشـروط السـابق ذكرها يكون من المفيد جدا إنشاء أو رسم منحنـى التصـرف مع المنسوب حيث يمكن إستخدامه لإستنتاج قيمة التصرف بمعرفة منسوب سطح الماء فى هذا الموقع .

ويمكن رسم هذا المنحنى عند توفر عدد كبير من قياسات التصرف والتى تتفاوت قيمتها من أقل إحتياجات إلـى أقصـى إحتياجات ويشـترط أن تكـون البـيانات الموجـودة عـن التصـرف ممـثلة لقيم مخـتلفة بـين أقل إحتياجات وأقصـى إحتياجات أى يجب توفر قياسات للتصـرف علـى مـدار العام لتغطـى جميع الحـالات ويكـون رسـم هـذا المنحنـى بطـريقة التوصـيل بمنحنـى يصـل أكـبر عـدد مـن الـنقط (يـدويا) أو بإسـتخدام لوغاريتمى الكومبيوتر لمحاولة إيجاد منحنى يمثل هذه العـــلاقة (مثل Logarithmic) أنظر شكل رقم (٥-١٢) وعادة يمكن تمثيل هذا المنحنى بالعلاقة الآتية :

التصرف = أ × (المنسوب – ب)ج

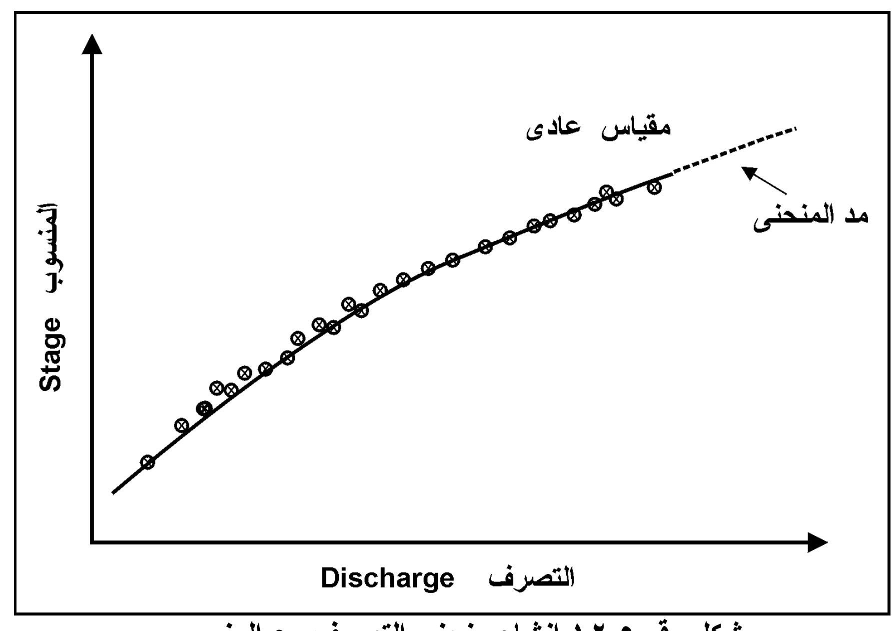
أو $Q = K\ (stage - a)^{b}$

حيث أ ، ب ، ج ثوابت

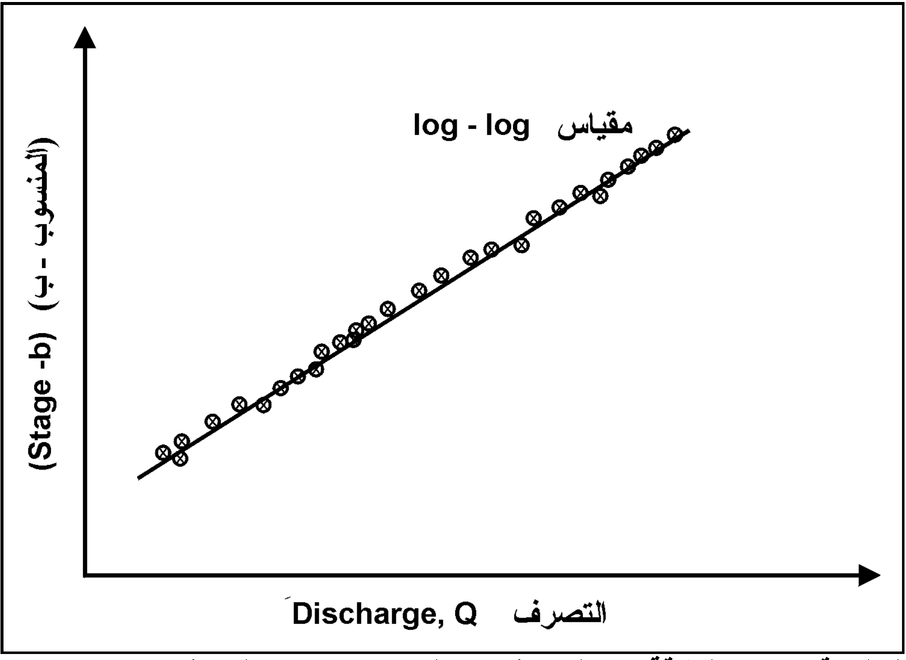
" K , a , b " ثوابت

ويمكن تمثيل هذه المعادلـة بخط مستقيم علـى ورق لوغاريتمـى (log – log) إذا أخذ التصـرف علـى محور السينات و (المنسوب - ب) . على محور الصادات (أنظر شكل رقم ٥ - ١٣) .

ولكن فى معظم الأحوال يكون الثابت "ب" غير معلوم .



شكل رقم ٥-١٢ إنشاء منحنى التصرف مع المنسوب



شكل رقم ٥-١٣ العلاقة بين التصرف ، (المنسوب - ب) على مقياس log – log

٥-١-٣-٣ مد منحنى التصرف مع المنسوب

إذا كان المطلوب معرفة التصرف المقابل لمنسوب عالى خارج حدود المنحنى فإنه يمكن مد المنحنى بإحدى طريقتين .

الطريقة الأولى :

الطريقة اليدوية وفيها يتم مد المنحنى الموضح فى شكل رقم (٥-١٢) باليد .

وتصلح هذه الطريقة إذا كان الفرق بين أعلى منسوب ممثل فى المنحنى والمنسوب المطلوب إيجاد التصرف له ليس كبيرا أما إذا كان هذا الفرق كبيرا فإن المد بهذه الطريقة يعطى نتائج غير دقيقة .

الطريقة الثانية : الطريقة اللوغاريتمية :

وتتمثل المشكلة فى هذه الطريقة أساسا فى عدم معرفة قيمة الثابت "ب" .

ولهذا تستخدم طريقة التجربة والخطأ لتحديد قيمة ب بواسطة الرسم على ورق Log – Log فيفرض لها قيمة ثم يحسب (المنسوب – ب) ويوقع مع التصرف فإذا كان المنحنى مقعرا إلى أعلى (أنظر الشكل رقم ٥-١٤) فيتم زيادة "ب" وإذا كان مقعرا إلى أسفل فيتم إنقاص قيمة "ب" حتى نصل إلى خط مستقيم وتكون هذه قيمة "ب" ويمكن من الخط المستقيم أو تحديد قيمة الثوابت أ ، ج إستخدام المعادلة لإيجاد التصرف المقابل لمنسوب معين كما يلى :

بعد تحديد قيمة "ب" تزاد هذه القيمة بواحد صحيح لتصبح ب + ١

ويقرأ التصرف المقابل لمنسوب ب + ١ فيكون هو قيمة أ

وكمـثال لنفـرض أن ب = ٥,٢ فتقـرأ قـيمة التصـرف المناظـرة لمنسـوب ٦,٢ م ولنفـرض أنهـا ٥٣٦ م٣
فيكون أ = ٥٣٦

بعد ذلك بمعلومية أ ، ب وبالتعويض بأى قيمتين للتصرف والمنسوب تصبح المعادلة معادلة فى مجهول واحد هو ج الذى يمكن إيجاده .

وكمـثال علـى ذلك لنفرض أن ب = ٥,٢ كالسـابق وأن أ = ٥٣٦ وأخـذت قيمة المنسوب = ١٢ لتصرف ٧١٢.

∴ ٧١٢ = ٥٣٦ × (١٢ – ٥,٢)ج

$$\frac{٧١٢}{٥٣٦} = (٦,٨)^{ج} = ١,٣٢٨$$

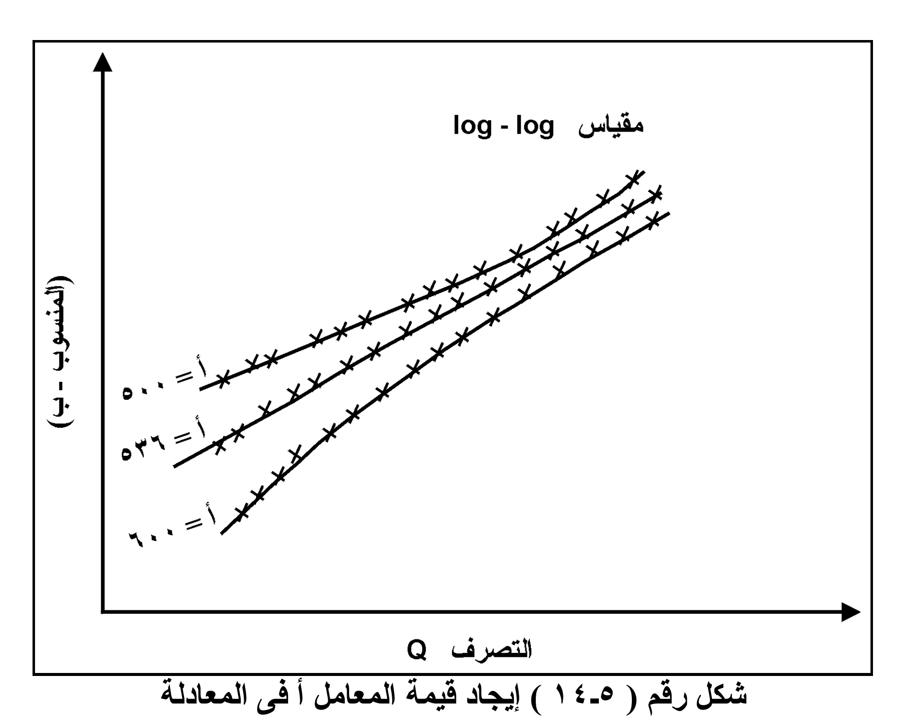
وبإستخدام لوغاريتم الطرف الأيمن والطرف الأيسر

ج لو ٦,٨ = لو ١,٣٢٨

$$ج = \frac{لو ١,٣٢٨}{لو ٦,٨}$$

ج = ٠,١٤٨

وبهذا تصبح جميع المعاملات فى المعادلة معلومة ويمكن إيجاد قيمة التصرف المناظر لأى منسوب .



شكل رقم (٥-١٤) إيجاد قيمة المعامل أ فى المعادلة

٥-١-٣-٤ هيدروليكـــــا

تعريـفـــات :

- **العرض السطحى للمجرى المائى : Top width**
هو المسافة المحصورة بين إلتقاء سطح المياه مع كل من جانبى المجرى .

- **عرض القاع : Bed width**
فى حالة القطاعات المنتظمة الشكل مثل المستطيل أو شبه المنحرف يكون عرض القاع محددا أما فى حالة الأشكال غير المنتظمة فلا يوجد لها عرض للقاع .

- **العمق المتوسط : Mean depth**
يؤخذ العمق المتوسط بقسمة مساحة القطاع المائى على العرض السطحى للمجرى وذلك فى المجارى العريضة جدا مثل نهرا النيل .

- **المحيط المبتل : Wetted perimeter**
ويمثل الطول الملامس لسطح الماء من القطاع المائى (بخلاف سطح الماء الملامس للهواء) .

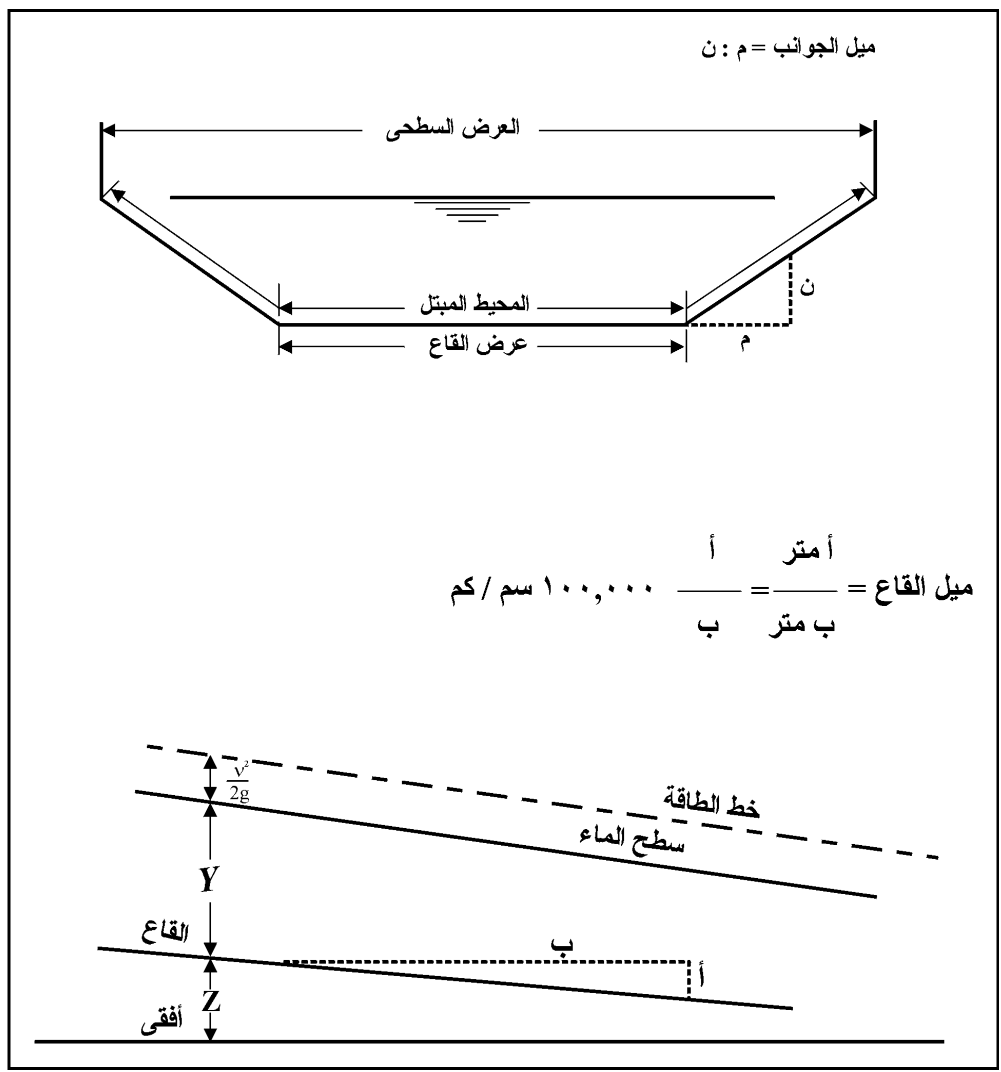
- **نصف القطر الهيدروليكى : Hydraulic Radius**
ويمثل خارج قسمة مساحة القطاع المائى على المحيط المبتل .

- **الميل الجانبى للمجرى المائى :**
وهو عبارة عن ميل جوانب المجرى معبرا عن نسبة الطول الأفقى إلى الرأسى .

- **إنحدار القاع :**
وهو النسبة بين المسافة الرأسية التى يسقطها القاع إلى المسافة الأفقية (أنظر الشكل) ويعبر عنها بـ (سم / كم) .

- **إنحدار سطح الماء :**
وهو النسبة بين المسافة الرأسية التى يسقطها سطح الماء إلى المسافة الأفقية ويعبر عنها بـ (سم / كم) .

- **خط الطاقة : Energy grade line**
وهو خط وهمى يمر بجميع النقط التى تمثل مجموع الطاقة الممثلة بطول مثل طاقة الوضع z ، العمق الرأسى للمياه Y ، وضاغط السرعة $= \frac{v^2}{2g}$ حيث V هى السرعة المتوسطة .



شكل رقم (٥ ـ ١٥) يبين خط الطاقة وقطاع عرضى

- **ميل خط الطاقة : Energy slope**

هو ميل خط الطاقة معبرا عنه بـ (سم / كم) .

- **السرعة المتوسطة للقطاع**

هى خارج قسمة التصرف على مساحة القطاع .

- **Steady Flow**

وفيه لا يحدث تغير فى التصرف بالنسبة للزمن .

- **Uniform flow :**

وفيه لا يحدث تغير فى السرعة بالنسبة للمسافة وفى هذه الحالة يكون خط الطاقة موازيا لسطح الماء موازيا للقاع .

- **: Unsteady flow**
وفيه يحدث تغير فى السرعة بالنسبة إلى الزمن .

- **Non uniform flow**
وفيه يحدث تغير فى السرعة بالنسبة للمسافة وينقسم إلى Rapidly varied flow ، Gradually Varied flow .

- **: Rapidly varied flow**
وفيه يكون التغيير فى السرعة والعمق مفاجئا وهو ما يطلق عليه القفزة المائية Hydraulic jump وفيه يزيد العمق فجأة من تحت العمق الحرج Critical depth إلى أعلى من العمق الحرج .

- **: Gradually Varied flow**
وفيه يتغير منسوب سطح الماء بطريقة تدريجية مثل منحنى الرمو Back water curve خلف المنشآت المائية .

- **: Normal Depth**
وهو عمق الماء فى حالة Uniform flow

- **معاملماننج للخشونة Manning Roughness coefficient**
وهو معامل يستخدم فى معادلة ماننج لحساب السرعة المتوسطة فى حالة Uniform flow فى القنوات المفتوحة .

٥-١-٤ رفع سواحل النيل تجاه الشيامى سنويا من خطوط قاعدة ثابتة :

تعريفات

- الشيمية :
مجموعة من الرؤوس والتكسيات وتسمى الشيمية بإسم أقرب بلدة متاخمة حسب موقعها بالبر الأيمن أو الأيسر لمجرى النيل وفرعيه دمياط ورشيد .

- خط القاعدة الثابتة :
هو خط ثابت يحدد بعيدا عن الساحل ويحدد بأوتاد ثابتة عبارة عن أسياخ حديد مدفونة بالخرسانة العادية ويعمل له كروكى لتحديده فى حالة فقد أى من الأوتاد المكونة له ويستعمل فى رفع الساحل سنويا لبيان مدى تآكله وفى حالة صيانته مدى إطمائه .

ساحل النيل :
هو الأراضى الزراعية المتاخمة لمجرى النيل بين المجرى وبين الجسر فتكون السواحل بالبر الأيمن أو الأيسر وكانت هذه السواحل خاصة المنخفض منها تغمر بمياه الفيضان .

جسور أو طراريد النيل :
هى الجسر المنشأ بالبرين أيمن وأيسر بمنسوبه أعلى من الفيضان المعتمد للنيل بمقدار ١,٢٥ متر والفيضان المعتمد أعلى من أى منسوب وصل إليه أعلى فيضان وهذه المناسيب معتمدة من وزارة الموارد المائية والرى .

خط تهذيب المجرى :
هى خطوط هندسية معتمدة من الوزارة وهى المستهدفة لمجرى النيل وذلك عند الفيضانات وقبل إنشاء السد العالى وما زالت هى القائمة لحين تعديلها حسب التصرفات الفعلية خلف السد العالى وإعتماد خطوط جديدة للمجرى كله وفرعيه .

خط تعديل الجسر :
هى خطوط تعديل جسور النيل وهى معتمدة أيضا من الوزارة وموازية لخطوط تهذيب المجرى .

الرؤوس الحجرية :
هى منشآت تتم لتهذيب مجرى النيل وفرعيه وتعمل للمساعدة على الإطماء أو إبعاد التيار عن الأجزاء المتآكلة .

٥-١-٤-١ تجهيز خطوط قاعدة ثابتة

يلاحظ أن هناك مناطق فى سواحل النيل تتآكل بإستمرار فإذا كانت خارج خطوط تهذيب المجرى فيجب صيانتها لغاية خط التهذيب - ولا يمكن معرفة مدى التآكل إلا بعد رفع الساحل وذلك بإنشاء خط قاعدة ثابت قريب من الساحل على بعد لا يقل عن عشرة أمتار من أقصى نقطة متآكلة من الساحل لرفع الساحل منه وبيان مدى التآكل أو الإطماء سنويا .

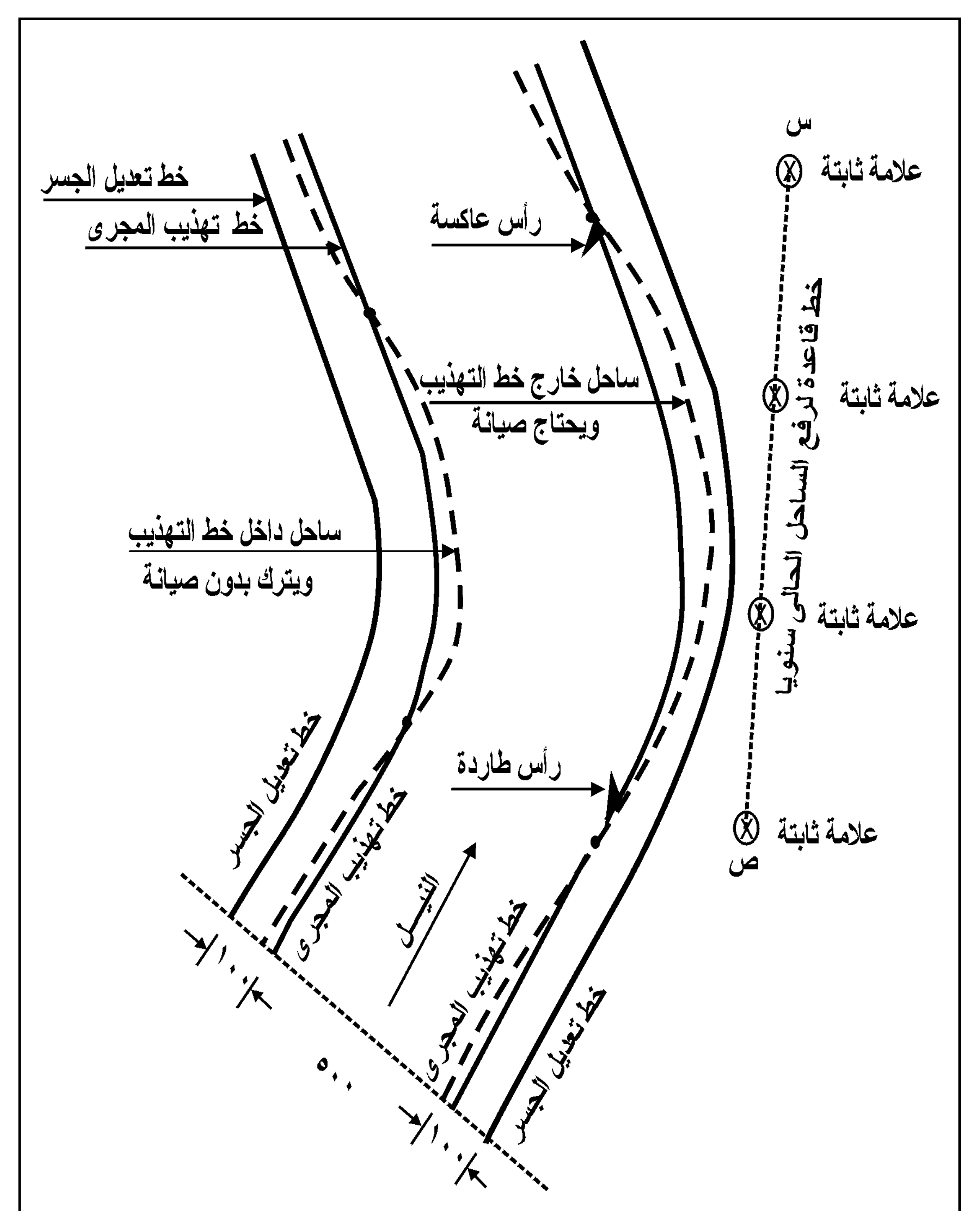
٥-١-٤-٢ عمل أكثر من وتد لخط القاعدة حتى يمكن تحديده فى حالة ضياع وتد أو أكثر

يعمل خط القاعدة بأربعة أوتاد على الأقل عبارة عن أسياخ حديدية قطر حوالى ١٣ مم من فضلات الحديد وبطول حوالى ٥٠ سم حوله خرسانة عادية بحيث لا يظهر من الحديد أكثر من ١ سم ويعلو قليلا عن أرض الزراعة حتى لا يعوق العمليات الزراعية هذا مع عمل كروكى بالأوتاد يبين أبعادها عن بعضها كما يجب أن يوضح بكروكى الأوتاد أبعادها عن نقط ثابتة بالطبيعة بحيث يمكن تحديد خط القاعدة فى حالة فقد بعض الأوتاد أو جميعها عند تحديد مدى التآكل أو الإطماء .

٥-١-٤-٣ إجراء الرفع سنويا حتى يمكن معرفة التأكل أو الإطماء

يجب رفع السواحل المتآكلة فى مواقع الرؤوس أو التكسيات الحالية سنويا وعمل قطاعات تربط بخطوط القاعدة حتى يمكن عمل مقارنة على اساس سليم وتوضح القطاعات مدى التآكل أو الإطماء - كذلك تعمل قطاعات على الرؤوس للنظر فى تطويلها وكذلك على التكسيات لترميمها أو تطويلها حسب الحاجة أو تغيير إتجاه الرؤوس إذا لزم الأمر ويطلق على مجموعة الرؤوس فى موقع ما إسم "شيمية" وتسمى الشيمية بإسم أقرب بلدة تجاهها الساحل كذلك يجب أن ترقم الرؤوس عند إنشاءها حيث يذكر فى أوامر التوريد أو البناء رأس رقم .... بشيمية ....

بعد رفع السواحل كما أوضحنا من خط قاعدة ثابت يوضح ذلك على خرائط ١ : ٢٥٠٠ لكل موقع كما يوضح على خرائط ١ : ١٠٠٠٠ لجميع المواقع حتى يتضح التآكل أو الإطماء مع إيضاح الرؤوس والتكسيات الحالية إن وجدت .



شكل رقم (٥ ـ ١٦) كروكى يبين سواحل النيل بالبرين وخطوط تعديل الجسر وخطوط تهذيب المجرى

٥ـ١ـ٤ـ٤ خطوط تهذيب المجرى وخطوط تعديل الجسر

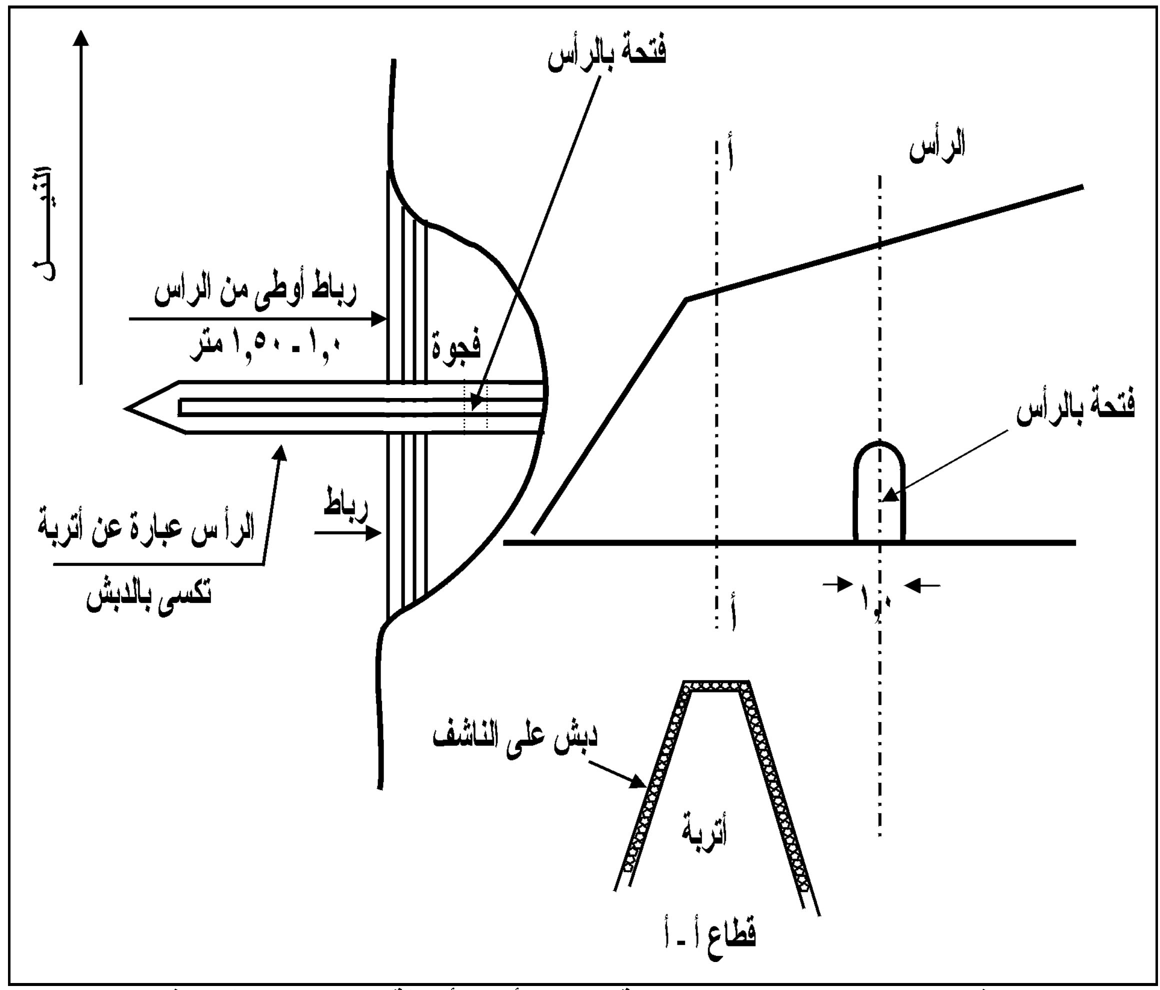
إعتمدت وزارة الموارد المائية والرى خطوط تهذيب المجرى وخطوط تعديل الجسور على جانبى نهر النيل وفرعيه دمياط ورشيد ـ وتبلغ المسافة بين خطوط تهذيب المجرى ٥٠٠ متر كما تبعد خطوط تعديل الجسور عن خط تهذيب المجرى من كل جانب ١٠٠ متر وقد عملت خطوط التهذيب بخطوط ومنحنيات هندسية تتمشى مع طبيعة النهر وإتجاهاته بقدر الإمكان

ويتضح بعد توقيع خطوط تهذيب المجرى على الخريطة تداخل بعض سواحل النيل مما يستدعى أن تتآكل هذه السواحل لغاية خطوط التهذيب ولذلك لا تعمل بها أى صيانة للمجرى من رؤوس أو تكسيات بل تترك لحين تآكلها لغاية خطوط التهذيب ويقال عن هذه السواحل أنها داخل خطوط التهذيب - بينما السواحل التى تتآكل والتى تكون خارج خطوط التهذيب فيحتاج الأمر لصيانتها بعمل رؤوس وتكسيات لحمايتها وإطمائها إن أمكن ذلك .

أما خطوط تعديل الجسور فهى موازية تماما لخطوط تهذيب المجرى ويظهر بعد توقيعها على الخرائط ومقارنتها بالجسور الحالية مدى حاجة هذه الجسور لمشروعات لتعديلها للوصول إلى تخطيط مناسب لخطوط تعديل الجسور المقترح والمعتمد - ويترك الجسر القديم كخط دفاع أول أو ثانى على حسب التحاويل التى يتم تنفيذها للجسر .

إقتراح الصيانة اللازمة

يكون إقتراح الصيانة اللازمة طبقا للمواقع جميعها حسب ما يتضح من الخرائط التى توضح التآكل وخط سير المياه ويجب أن يوقع خط تهذيب المجرى على القطاعات العرضية لكل موقع أو بيان بعده عن خط القاعدة مع أيضاح خط القاعدة أيضا .



شكل رقم (٥ - ١٧) كروكى يبين كيفية إنشاء رأس وأربطة للعمل على إطماء فجوة

٥-١-٥ حماية سواحل النيل من الإنهيارات

٥-١-٥-١ أسباب إنهيارات السواحل

يحكم إتزان جوانب النهر عدة عوامل أهمها إرتفاع الساحل ، وميوله ، خواص التربة المكونة له ومنسوب سطح الماء والتى تتأثر بدورها بأسباب تتعلق بسريان النهر ومورفولوجيته ـ وتتلخص العوامل والأسباب التى تؤدى إلى إنهيار السواحل فيما يلى :

١ ـ إرتفاع الساحل

يزداد إرتفاع الساحل نتيجة للنحر عند قاعدته (نحر محلى أو نحر شامل) أو بإضافة مواد على جوانب النهر وينتج نحر القاع عن زيادة السرعة الناتجة بدورها عن تضييق مجرى النهر فى هذا الحبس أو بتأثير الوحدات العائمة التى تسحب معها مواد القاع وينشأ عن هذه الزيادة فى إرتفاع الساحل زيادة فى إجهاد القص عند سطح الإنزلاق حتى يزيد عن مقاومة التربة للقص وهذا يؤدى إلى إنزلاق كتلى ومن ثم إنهيار الجوانب ومن جانب آخر فإن وضع مواد على جوانب النهر يؤدى إلى نفس النتيجة السابقة .

وتجدر الإشارة إلى أن زيادة إرتفاع الساحل نتيجة لترسيب الطمى عليه قد توقف تماما منذ أن بدأ تشغيل السد العالى.

٢ ـ ميل الساحل

ينشأ التحرك الأفقى لمجرى النهر عن تيارات حلزونية كنتيجة للإلتواء الطبيعى للنهر وهذه التيارات تنحر فى جانب النهر أسفل سطح المياه وبإزدياد هذا النحر يتكهف جانب النهر أسفل سطح الماء مما يتسبب عنه إنهيار الساحل وتتكرر هذه العملية حتى يصل النهر إلى حالة الإتزان .

وكذلك تتسبب الأمواج المتولدة عن الوحدات العائمة وبالأخص تلك التى تسير قريبة من جوانب النهر فى نحر الجوانب عند خط المياه ويتسبب هذا النحر فى زيادة إنحدار الساحل عن الإنحدار المتزن مما يتسبب عنه الإنهيار .

٣ ـ خواص التربة

يحدث تغير مؤثر فى خواص التربة عند رى الأراضى الزراعية بسواحل النيل نتيجة لتسرب مياه الرى خلال مسام التربة حاملة معها حبيبات التربة الدقيقة ويتسبب هذا فى تكون فجوات شعرية تقلل من قدرة التربة على الثبات وبإستمرار هذه العملية فإن الساحل يصبح غير قادر على تحمل الإجهادات المختلفة مما يسبب إنهياره وتجدر الإشارة إلى أن تسرب مياه الرى خلال مسام التربة يؤثر على تماسك حبيبات التربة ويؤدى إلى نفس النتيجة .

٤ ـ منسوب سطح المياه فى النهر

يتم إمرار تصرفات من السد العالى للوفاء بإحتياجات الرى والصناعة ومياه الشرب وتوليد الطاقة الكهربائية والملاحة ولهذا يتغير التصرف من وقت لآخر فيزيد عند أقصى إحتياجات (يوليو وأغسطس) ويقل فى فترة اقل إحتياجات (ديسمبر ويناير) وتبعا لذلك يتذبذب منسوب سطح المياه فى النهر وفى فترة أقل إحتياجات فينخفض منسوب سطح الماء فى النهر عن منسوب المياه الجوفية فى الساحل فتتسرب المياه من الساحل إلى النهر أما فى فترة أقصى إحتياجات فيحدث العكس وتدخل مياه النهر إلى الساحل وبتكرار هذه العملية فإن خواص التربة تتغير وتكبر الفجوات فى الساحل ويقل تماسك

التربة مما يؤدى إلى إنهيار الساحل وبصفة عامة وبالنظر إلى نوع التربة فإن هناك نوعين من الإنهيارات :

النوع الأول : ويحدث فى حالة التربة المتماسكة (طين أو طمى) ويكون على صورة متقطعة وفيها تنهار كتل كبيرة من الساحل عندما يفقد توازنه وعندما تنهار هذه الكتل الكبيرة فإنها توفر حماية مؤقتة للساحل حتى تتفتت وتنجرف مع المياه .

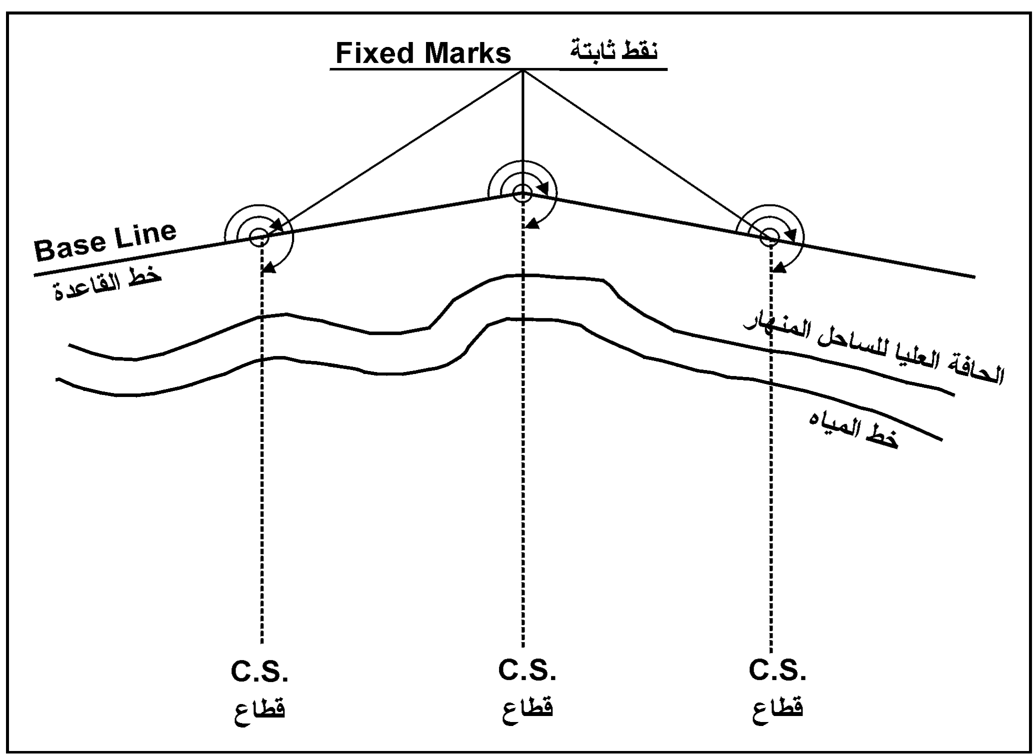
النوع الثانى : ويحدث فى حالة التربة الغير متماسكة (الرمل) وفيه يتآكل الساحل بصفة منتظمة.

٥-١-٥-٢ تصميم أعمال الحماية

بعد الحصول على البيانات الأولية المذكورة فى الجزء السابق وإختيار الموقع حسب معايير تحديد الأولويات والتى تم وضعها سابقا تبدأ عملية جمع البيانات وتتلخص فى الآتى :

أ ـ المساحة الهيدروجرافية

وفيها يتم عمل الآتى :
قطاعات عرضية كل ٥٠ متر أو عند كل تغيير أيهما أقل وتمتد هذه القطاعات لمسافة ٥٠ متر على الأقل داخل المياه ويجب أيضا أن تمتد لتشمل الساحل المنهار ومسافة حوالى ٢٠ ـ ٣٠ متر على الأرض إذا لم يكن هناك عوائق تحول دون ذلك مثل المبانى أو الزراعات الكثيفة ويجب أن تحدد هذه القطاعات بوضع نقط ثابتة للرجوع إليها عند التنفيذ كما يجب أن ترتبط المساحة كلها بخط قاعدة منسوب إلى علامة ثابتة ويجب أن يحشى فى المسافة بين النقط الثابتة وبداية الإنهيار للساحل وكذلك خط المياه بحيث يمكن توقيعها على مسقط أفقى كما هو مبين بالشكل رقم (٥ ـ ١٨) .



شكل رقم (٥ -١٨) شكل توضيحى للمساحة الهيدروجرافية والأرضية

ب ـ مناسيب سطح المياه
تسجل مناسيب سطح المياه السابقة والحالية لغرض التصميم كما يجب تسجيل تذبذب مناسيب المياه الجوفية ويمكن إستخدام آبار إستكشافية إذا كان ذلك ضروريا .

ج ـ قياس سرعة المياه
يتم قياس سرعة المياه بالقرب من ساحل النهر كل ٢٠٠ إلى ٣٠٠ م على إمتداد النهر فى المنطقة المنهارة ويجب قياس هذه السرعات فى نقطتين رأسيا وبالإضافة إلى ذلك فإنه يجب أن تقاس لكل القطاع العرضى من الساحل إلى الساحل المقابل وذلك فى منتصف المنطقة المنهارة ويتم ذلك فى ٢٠ منطقة على الأقل فى الإتجاه الأفقى ويلزم هذا لدراسة مورفولوجية النهر فى هذا الحبس .

د ـ إختبارات التربة
يتم عمل جسات للتربة كل ٢٠٠ إلى ٣٠٠ م على طول الساحل وتشمل إختبارات التربة الإختبارات الحقلية والمعملية .

وتشمل الإختبارات الحقلية مستوى المياه الجوفية ونوع التربة والعمق .

يجرى إختبارات الإختراق القياسى لتحديد الكثافة النوعية فى الحقل لطبقات الرمل ويجب أن يحتوى تقرير الجسات على تصنيف للتربة إلى الأعمال المختلفة ومنسوب المياه الجوفية . أما الإختبارات المعملية فيجب أن تشمل الفحص الظاهرى للعينة وتصنيفها ، محتوى الرطوبة ، حدود أتر برج ، إختبار القص ، التدرج الحبيبى ، الوزن النوعى ، الكثافة الشاملة والدمك ونسبة المواد العضوية .

حماية سواحل النهر بواسطة التكسية الحجرية
تتميز هذه الطريقة برخص سعرها وبتوفر المواد المستخدمة فيها محليا ولا يلزم إستخدام معدات ثقيلة أو خاصة كما أنها تتميز بإمكان إستخدام عمالة مكثفة مما يؤثر إيجابيا على الحالة الإجتماعية والإقتصادية لمنطقة التهايل بالإضافة إلى أن تأثيرها على مورفولوجية النهر يكون محدودا .

وقبل البدء فى تصميم أعمال الحماية فإنه يلزم القيام بزيارة ميدانية للموقع وأخذ ملاحظات عن أسباب الإنهيارات والتوصيف النظرى للتربة وطول الإنهيار وتحديد طبيعة الموقع وما إذا كان هناك منشآت ستتأثر بإنهيار الساحل وماهية هذه المنشآت وإرتفاع الساحل عن سطح الماء ... إلخ . فإنه يلزم وضع معايير لتحديد المناطق ذات الأولوية لتنفيذ الحماية بها . وفى هذا الخصوص فإن العوامل الآتية يجب أن تؤخذ فى الإعتبار عند وضع هذه المعايير :

- طول الجزء المنهار فى الموقع الواحد فإنه كلما زاد الطول المنهار من الساحل كلما كانت الآثار السلبية على النهر والبيئة الملاصقة للساحل أشد وطأة ومن المعروف أنه كلما قل الطول المعرض للتهايل زادت الإحتمالات أن يكون هذا بسبب عوامل مؤقتة وأن التهايل سيتوقف إذا إستمرت نفس الظروف السائدة .

- طبيعة المنطقة المتاخمة للساحل والتى ستتأثر بالإنهيارات فى الساحل فتعطى أولوية للمنطقة التى بها منشآت حيوية مثل محطات الطلمبات أو محطات توليد الكهرباء أو المصانع ثم يتبع ذلك المبانى السكنية .... إلخ .

- معدل النحر وهذا صعب تحديده إلا أنه يمكن معرفة ذلك بصورة تقريبية بواسطة البيانات السابقة سواء كان ذلك خرائط أو صور جوية أو بسؤال الموجودين بالمنطقة .

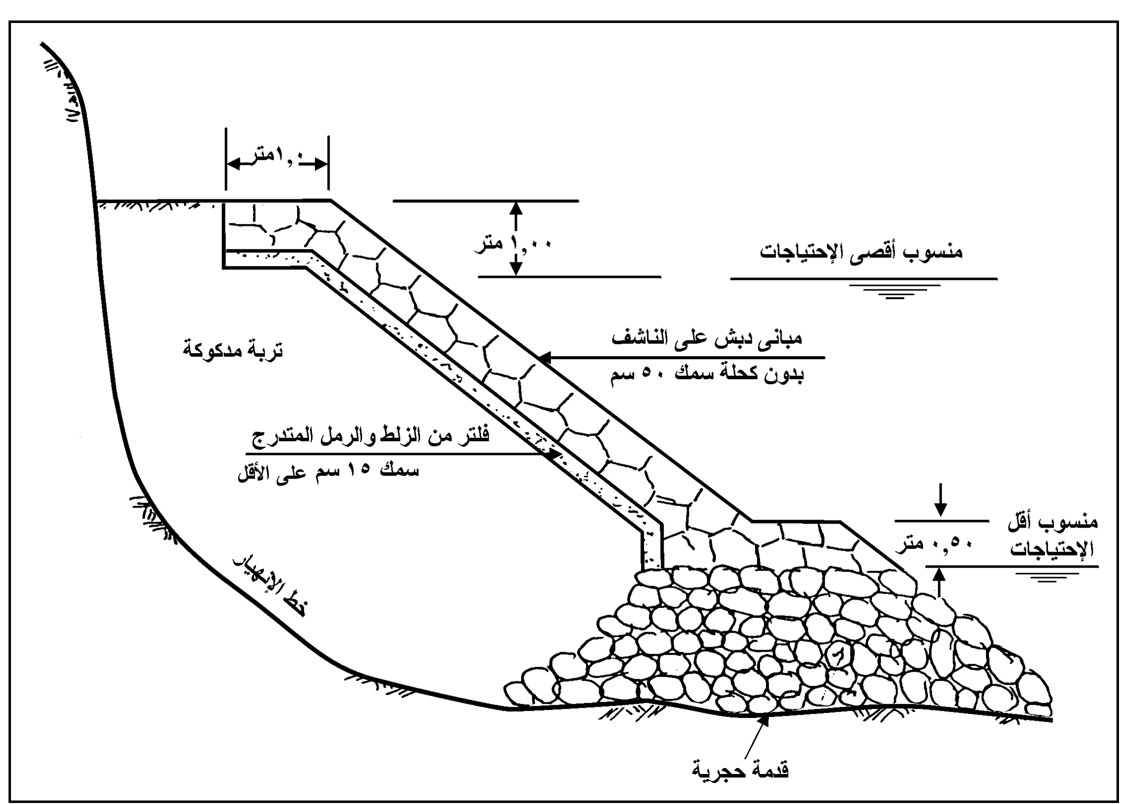
وبالإضافة إلى الإعتبارات السابق ذكرها فإن هناك عوامل أخرى يجب أخذها فى الإعتبار مثل :

- قرب الموقع من المحاجر .
- سهولة الوصول إلى الموقع .
- توافر بيانات سابقة عن الموقع .
- أى إعتبارات أخرى قد يراها المصمم .

خطوات التصميم

تتلخص خطوات التصميم للتكسية الحجرية على الميل فى الآتى :

أ - يفرض ميل مناسب للحماية الموضحة فى شكل رقم (٥ - ١٩) .



شكل رقم (٥ - ١٩) حماية جوانب النهر بواسطة التكسية الحجرية

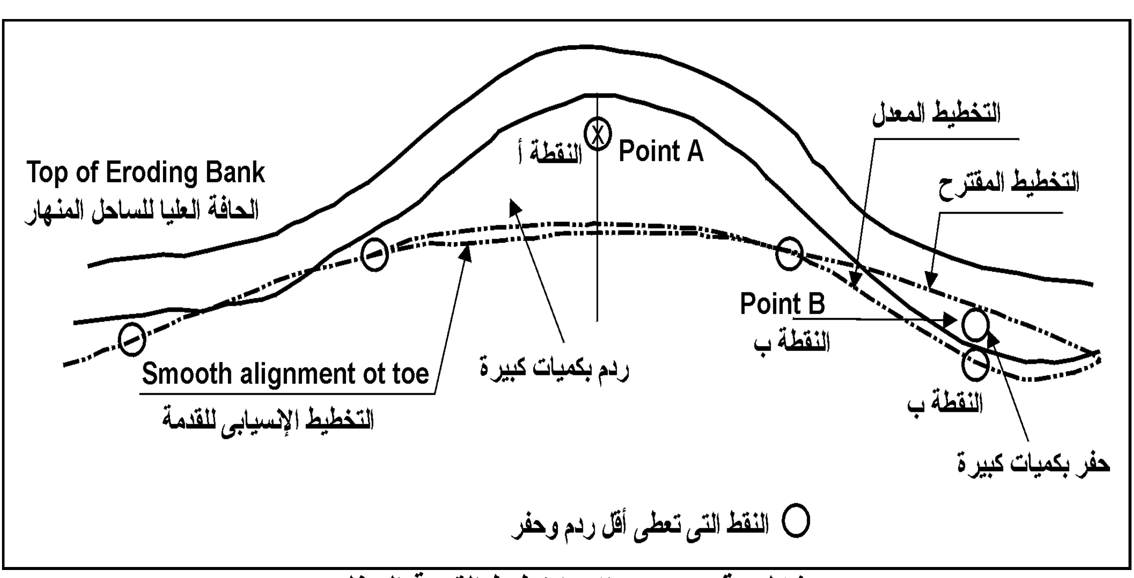
ب - يتم تعديل وضع الحماية فى كل قطاع فى الإتجاه الأفقى حتى يتم الحصول على الوضع الأمثل من الناحية الإقتصادية (مكعبات الحفر والردم متساوية تقريبا) .

ج - يوقع مكان القدمة والذى تم تحديده فى (ب) على المسقط الأفقى الناتج من المســـاحة فى الموقع (والموضح بالشكل رقم ٥ - ٢٠) والتى تكون على شكل نقطة واحدة لكل قطاع .

د - يوصل بين هذه النقط بمنحنى إنسيابى وفى حالة بعد أى نقطة عن المنحنى بمسافة كبيرة نسبيا فإن كمية الردم ستكون كبيرة إذا كان موقع النقطة فى إتجاه الساحل (النقطة أ ، شكل رقم (٥-٢٠)) أو تكون كمية الحفر كبيرة نسبيا إذا كان موقع النقطة فى الإتجاه الآخر من الساحل (النقطة ب ، شكل رقم (٥ - ٢٠)) .

هـ - تحسب كميات الحفر والردم الكلية بإستخدام التخطيط الذى تم تحديده فى (د) فإن كان الفرق بين للحفر والردم كبيرا تعاد الخطوات ب ، ج ، د وتزحزح النقط ناحية الساحل أو بعيدا عنه حتى يمكن الحصول على أقل مكعب حفر وردم وذلك بدون الإخلال بإنسيابية منحنى تخطيط القدمة .

و - يتم عمل حسابات الميل المتزن (Stable Slope) عند كل موقع جسة فإذا كان معامل الأمان المحسوب ١,٣ أو أكثر يكون التصميم قد تم وإلا تعاد الخطوات من(أ) إلى(و) ومع تقليل قيمة الإنحدار المفروض (أ) .



شكل رقم (٥ - ٢٠) تخطيط القدمة السفلى

٥-١-٥-٣ تنفيذ أعمال الحماية

يبدأ تنفيذ أعمال الحماية بالدبش فى فترة أقل إحتياجات وذلك برمى القدمة حتى منسوب أعلى من منسوب أقل إحتياجات بمقدار ٠,٥٠ م ويتم ذلك كالآتى :

يتم تحديد نقط تقاطع القطاعات مع التخطيط الإنسيابى للقدمة الذى تم تصميمه بواسطة شواخص بالإستعانة بالنقط الثابتة وخط القاعدة فى الطبيعة ويكون بعض هذه الشواخص داخل المياه فى الحالات التى تتطلب بعض الردم وبعضها على الشاطىء فى الحالات التى تتطلب بعض الحفر وفى أثناء إجراء الحفر فى هذه المواقع للوصول إلى خط التدبيش يتم رمى القدمة فى المواقع الأخرى وينفذ ذلك بواسطة تحميل مركب أو صندل بالأحجار السابق قياس كميتها على الآرض ويستمر فى الرمى حتى الوصول إلى منسوب المياه وبعرض لا يقل عن ـ ٢,٠ م ثم يتم بناء طبقة من الأحجار فوق ما تم رميه على الناشف حتى منسوب ٠,٥ م فوق سطح المياه ويراعى ملىء الفراغات بين الأحجار الكبيرة بأحجار صغيرة (الدقشمة) أولا بأول .

أمـا فـى المواقـع التـى تحتـاج لإزالـة بعض الأتربـة للوصـول إلـى خط التدبيش فيتم ذلك يدويا أو ميكانيكيا ويجنب نـاتج الحفر لإستخدامه فى الأماكن التى تحتاج إلى ردم وفى هذه الحالة يتم بناء القدمة العليا على الناشف ويجب ألا يقل إرتفاعها عن ١ م من منسوب أقصى الإحتياجات .

بعد ذلك يتم الردم بين القدمة السفلى على طبقات مع الدمك والرش بالمياه ويستخدم فى الدمك الهراسات الميكانيكية ولضمان الوصول إلى الدمك المطلوب يتم تحديد سمك الطبقة المدموكة وعدد مرات المرور عليها بالهراس ويمكن أن يتم التحديد كالآتى :

أ - تجرى إختبارات الدمك القياسى فى المعمل (بطريقة بروكتور مثلا) وزيادة محتوى الرطوبة فى كل مرة مع توقيع محتوى الرطوبة مع الكثافة الجافة فى كل مرة حتى الوصول إلى أقصى كثافة جافة وتحديد محتوى الرطوبة عندها .

ب - يتم عمل الدمك فى الطبيعة مع تحديد سـمك طبقة التربة التى ستدمك فى كل مرة (لا تزيد عن ٣٠ سم) ثم تؤخذ عينة غير مقلقلة وتقاس الكثافة الجافة لها ويجب ألا تقل بأى حال عن ٩٠٪ من الكثافة الجافة القصوى Max. Dry Density .

ولتحديد الكثافة الجافة تستخدم المعادلة

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + w} \qquad (5\text{-}17)$$

حيث :

ρ_d هى الكثافة الجافة (Dry Density)

ρ هى الكثافة الكلية (Bulk Density)

w هى محتوى الرطوبة Water Content

ويتم تحديد ρ بواسطة وزن حجم معلوم من التربة غير المقلقلة

ويتم تحديد W بوزن جزء من العينة ثم تجفيفه فى فرن عند درجة ١٠٥ درجة مئوية لمدة لا تقل عن ٢٤ ساعة ثم يعاد الوزن ويكون الفرق هو وزن المياه وتحسب W كالآتى :

$$W = \frac{W_W}{W_S}$$

حيث :

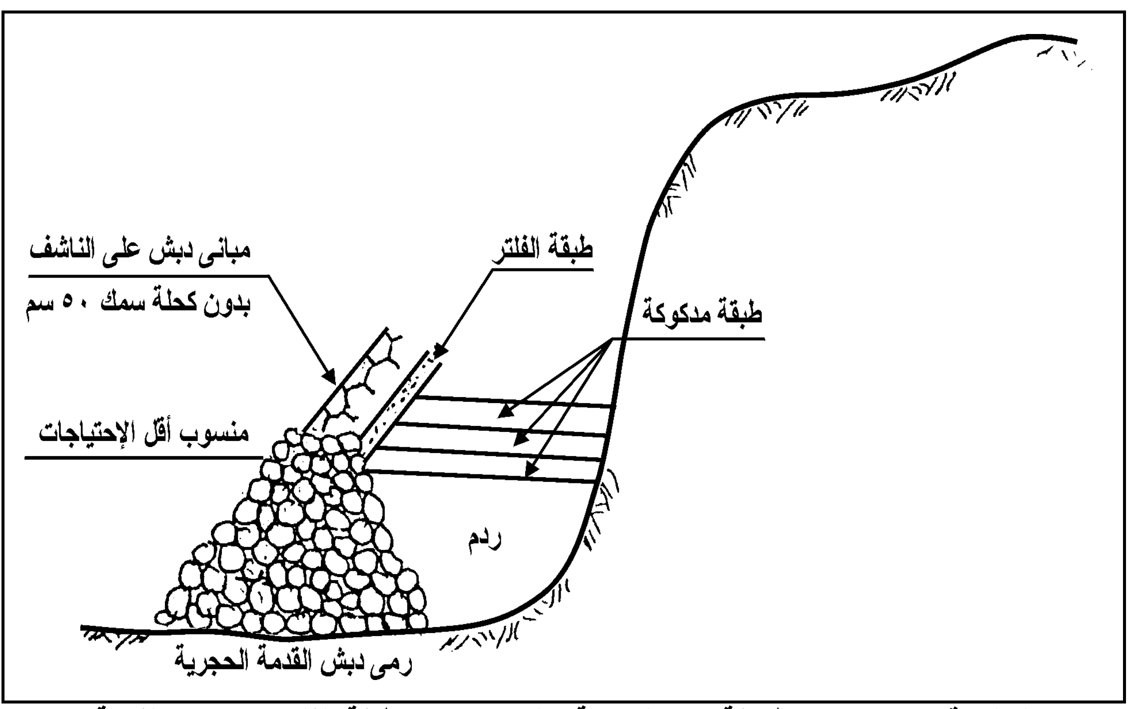
W_W هو وزن الماء

W_S هو الوزن بعد التجفيف

فإذا قلت الكثافة الجافة عن ٩٠٪ من الكثافة الجافة القصوى يتم زيادة مشاوير الدمك بالهراسات وتعاد إختبارات تحديد الكثافة الجافة حتى الوصول إلى ٩٠٪ إلى الأقل من الكثافة الجافة القصوى وبذلك يتم تحديد عدد مشاوير الدمك للهراس ويجب عمل إختبارات الكثافة الجافة من حين لآخر حتى يتم التأكد من الوصول إلى نسبة الدمك المطلوبة .

أثناء الردم والدمك يتم وضع طبقة الفلتر وهو مكون من طبقة رمل متدرج توضع فوق الردم مباشرة ثم يوضع فوقها زلط متدرج ولا يقل سمك الفلتر عن ١٥ سم ويبدأ وضع طبقة الفلتر بحيث تكون مع منسوب

سطح الماء يلى ذلك بناء أحجار على الناشف بسمك ٠,٥ م بالميل المحدد سابقا فى التصميم ويراعى ملئ الفراغات بين الأحجار الكبيرة بدقشوم (الدقشمة) أولا بأول بحيث تكون الفراغات أقل ما يمكن والشكل رقم (٥ ـ ٢١) يبين طريقة بناء التكسية .



شكل رقم (٥ ـ ٢١) طريقة بناء التكسية والردم ووضع طبقة الفلتر بعد رمى القدمة

٣.٣ تصميم الفلتر

إن للفلتر وظائف أساسية فى أعمال الحماية حيث أنه يمنع تسرب حبيبات التربة فى المياه المتسربة إلى النهر فى حالة إنخفاض منسوب سطح الماء فى النهر عنها فى التربة والذى قد يتسبب فى تخلخل التربة خلف التكسية وإنهيار التكسية كما أن الفلتر يجب أن يصمم بطريقة تمنع إنسداده فيتولد ضاغط مياه فى التربة فى حالة إنخفاض منسوب سطح الماء فى النهر قد تسبب إنهيار التكسية أيضا.

$$\frac{D_{50}\ (\text{sand})}{D_{50}\ (\text{soil})} \angle 40 \qquad (1)$$

$$5 \angle \frac{D_{15}\ (\text{sand})}{D_{15}\ (\text{soil})} \angle 40 \qquad (2)$$

$$\frac{D_{15}\ (\text{sand})}{D_{85}\ (\text{soil})} \angle 5-4 \qquad (3)$$

$$\frac{D_{50}\ (\text{sand})}{D_{50}\ (\text{soil})} \angle 40 \qquad (4)$$

$$5 \angle \frac{D_{15}\ (\text{sand})}{D_{15}\ (\text{soil})} \angle 40 \qquad (5)$$

$$\frac{D_{15}\ (\text{sand})}{D_{85}\ (\text{soil})} \angle 5 \qquad (6)$$

فالمعادلات ١ ، ٢ ،٣ تحدد مقاسات الرمل المتدرج بالنسبة إلى التربة والمعادلات ٤ ، ٥ ، ٦ تحدد مقاسات الزلط بالنسبة لحجارة التكسية وتحدد صلاحية الرمل المتدرج والزلط بواسطة ايجاد التدرج الحبيبى للتربة (المناخل للرمل والهيدرومتر للطمى والطين) وكذلك للرمل المتدرج والزلط ويعتبر الفلتر صالحا للإستخدام إذا تحققت المعادلات السابقة .

الشروط الواجب توافرها فى أحجار التكسية

يشترط فى أحجار التكسية أن تكون ذات ابعاد مناسبة (٢٠ - ٤٠ سم) وأن تكون صلبة خالية من الشوائب ولا تتشرب المياه بنسبة تزيد عن ١٠٪ وألا يقل الوزن النوعى عن ٢,٠٠ جم / سم^3 وكذلك لا يقل إجهاد الكسر عن ١٥٠ كجم / سم^2 فى الحالة الجافة ولا يقل عن ١٢٠ كجم / سم^2 بعد غمره فى الماء لمدة ٢٤ ساعة على الأقل .

٥-١-٥-٤ متابعة وصيانة أعمال الحماية بعد التنفيذ

يجب المرور بصفة دورية على أعمال الحماية بواسطة مهندسين على دراية بأعمال الحماية ومورفولوجية الأنهار ويقوم بملاحظة أى تشققات أو سقوط بعض الأحجار فيتم معالجة ذلك بملئ مكان التشقق والأحجار الساقطة بأحجار جديدة وتملأ بين الفجوات بأحجار صغيرة (دقشوم) .

وفى حالة هبوط القدمة فإنه يلزم تشبيعها بإلقاء أحجار على الميول وبناء الجزء الظاهر من جديد وتعويض ما يسقط من أحجار .

٥-١-٥-٥ حماية سواحل النيل بواسطة الرؤوس الحجرية

الرؤوس الحجرية هى منشآت تمتد من ساحل النهر بزاوية معينة أو عمودية عليها . ويمكن أن تكون هذه الرءوس مسامية أو غير مسامية وهى تعمل على تقليل سرعة المياه خلالها مما يترتب عليه ترسيب المواد العالقة على ساحل النهر لحمايته . غير أنها غير مناسبة للأنهار ذات السرعة العالية . أما الرءوس غير المسامية فإنها تصمم لإبعاد التيار عن ساحل النهر وهى تتكون من الأحجار ويجب أن تمتد مسافة كافية داخل النهر مع حماية قدمتها جيدا بالأحجار .

٥-١-٥-٦ أورنيك الرؤوس وحساب المكعبات لتوريد الدبش

يتم حساب أورنيك الرأس حسب الموضح بعد وطبقا للجداول الموضحة حتى يمكن تقدير كمية الدبش المطلوب توريدها إلى أقرب رقم صحيح .

٥-١-٥-٧ أساس الأورنيك العرضى

تنشأ الرؤوس بحيث يكون أعلاها أفقيا أو بميل بسيط بالنسبة إلى الإتجاه الطولى لها أما قطاعها العرضى فيكون بعرض ٢,٠ متر ثم ميول جانبية ٣ : ٢ وذلك برمى الدبش فى النيل تجاه الرأس إلى أن يظهر

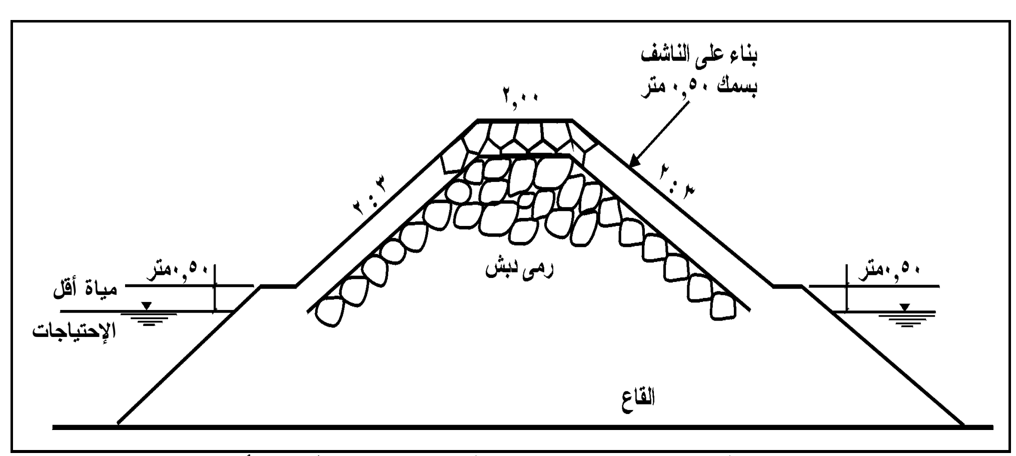
الدبش أعلى من سطح المياه ثم يكمل لغاية منسوب أعلى من الرأس قليلا حيث يبنى على الناشف افقى بعرض ٢,٠ متر ثم تبنى الميول ٣ : ٢ على الناشف أيضا من منسوب المياه إلى أعلى الرأس وقد لوحظ أن الرؤوس العمودية على الساحل تعمل على تآكل الساحل خلفها وعمل فجوات فى السنة التالية ولذلك يفضل عمل الرؤوس المائلة بزوايا من ٣٠ إلى ٦٠ فى الخط الموازى للتيار حيث تلاحظ انه لا يحدث خلفها أى فجوات وهى عملية لحماية الساحل .

٥-١-٥-٨ كيفية حساب مكعبات الدبش

عملت كشوفات توضح المساحات المقابلة للإرتفاعات المختلفة من ١ متر إلى ١٠ متر وكل ١٠ سم بين كل متر وآخر ومرفق صورتها حيث يحسب أولا الإرتفاعات بين أورنيك الرأس والقاع طبقا للقطاع العرضى فى موقع الرأس - وذلك عند كل نقطة تغيير بالقاع أو الأورنيك بالنسبة لميل الرأس فى الإتجاه الطولى ثم يحدد المسطح المقابل لكل إرتفاع من الجدول ويحسب المكعب فى خانة ثالثة على أساس نصف مجموع المسطحين مضروبا فى المسافة بينهما - وبعد حساب المكعبات بهذه الطريقة يجمع إجمالى المكعب اللازم للرأس حتى يمكن إصدار أمر التوريد للشيمية ككل برؤوسها وتكسياتها على أن يوضح المكعب اللازم توريده لكل رأس وتكسية على حدة حتى يمكن عمل رصات الدبش بمعرفة المقاول على هذا الأساس ويراعى أن تكون حافة رصة الدبش بعيدا عن الساحل بما لا يقل عن ١٠ متر حتى يمكن إظهار خط القاعدة وحتى لا تتعرض رصات الدبش للإنهيار بالمجرى فى حالة زيادة التآكل لحين البناء .
وتعمل أحيانا فى الفجوات الكبيرة المراد أطمائها رؤوس عمودية فى منتصف الفجوة بها فتحات على منسوب أسفل الفجوة وبعرض ١,٠ متر وأرتفاع ١,٠ متر لإمكان مرور المياه منها وإطماء الفجوة كما يعمل رباط عمودى على الرأس السابقة بين أول وآخر الفجوة كما هو موضح بالكروكى ٥ - ١٧ بمنسوب أقل من منسوب الرأس بحوالى ١,٠ -١,٥٠ متر يسمح بمرور المياه أعلاه من فتحة الرأس الأصلية ثم إلى الرباط الخلفى مما يساعد على ترسيب أى مواد عالقة بالمياه وقد تم تجربة ذلك بنجاح فى كثير من المواقع .

٥-١-٥-٩ بناء على الناشف لميول الرأس والأفقى لها

تنشأ الرؤوس كما أوضحنا برمى الدبش فى إتجاه الرأس وحسب الأورنيك العرضى لها ثم تبنى الميول الجانبية والميل فى الإتجاه الطولى والأفقى على الناشف أو على الناشف وعمل كحلة بالمونة بين العراميس بنسبة ١ : ١ أسمنت إلى رمل وتعمل الكحلة بارزة أو غاطسة مع المكوه وننصح بعمل الكحلة غاطسة لآن البارزة دائما تتكسر ويلاحظ ذلك فى التكسيات أيضا ويراعى فى التكسيات عدم إنشائها بإرتفاعات تزيد عن ثلاثة أمتار بل تعمل مساطيح بعرض لا يقل عن ٠,٥٠ متر لكل ٣,٠ متر إرتفاع .



شكل رقم (٥ - ٢٢) كروكى قطاع عرضى فى الرأس

جدول ٥-٣ كشف حساب مكعبات الأحجار للرؤوس

إرتفاع	مسطح	إرتفاع	مسطح	إرتفاع	مسطح
١,٠٠	٣,٥٠	٤,٠٠	٣٢,٠٠	٧,٠٠	٨٧,٥٠
١,١٠	٤,١٥	٤,١٠	٣٣,٤١	٧,١٠	٨٩,٨٨
١,٢٠	٤,٥٦	٤,٢٠	٣٤,٨٦	٧,٢٠	٩٢,١٦
١,٣٠	٥,١٣	٤,٣٠	٣٦,٣٢	٧,٣٠	٩٤,٤٣
١,٤٠	٥,٧٤	٤,٤٠	٣٧,٨٤	٧,٤٠	٩٦,٩٤
١,٥٠	٦,٣٧	٤,٥٠	٣٩,٣٧	٧,٥٠	٩٩,٣٧
١,٦٠	٧,٠٤	٤,٦٠	٤٠,٩٤	٧,٦٠	١٠١,٨٤
١,٧٠	٧,٧٣	٤,٧٠	٤٢,٥٣	٧,٧٠	١٠٤,٣٠
١,٨٠	٨,٤٦	٤,٨٠	٤٤,١٦	٧,٨٠	١٠٦,٨٦
١,٩٠	٩,٢١	٤,٩٠	٤٥,٨١	٧,٩٠	١٠٩,٤١
٢,٠٠	١٠,٠٠	٥,٠٠	٤٧,٥٠	٨,٠٠	١١٢,٠٠
٢,١٠	١٠,٨١	٥,١٠	٤٩,٢١	٨,١٠	١١٤,٦١
٢,٢٠	١١,٦٦	٥,٢٠	٥٠,٩٦	٨,٢٠	١١٧,٢٦
٢,٣٠	١٢,٥٣	٥,٣٠	٥٢,٦٣	٨,٣٠	١١٩,٩٣
٢,٤٠	١٣,٤٤	٥,٤٠	٥٤,٥٤	٨,٤٠	١٢٢,٦٤
٢,٥٠	١٤,٣٧	٥,٥٠	٥٦,٣٧	٨,٥٠	١٢٥,٣٧
٢,٦٠	١٥,٣٤	٥,٦٠	٥٨,٢٤	٨,٦٠	١٢٨,١٤
٢,٧٠	١٦,٣٣	٥,٧٠	٦٠,١٣	٨,٧٠	١٣٠,٩٣
٢,٨٠	١٧,٣٦	٥,٨٠	٦٢,٠٦	٨,٨٠	١٣٣,٧٦
٢,٩٠	١٨,٤١	٥,٩٠	٦٤,٠١	٨,٩٠	١٣٦,١١
٣,٠٠	١٩,٥٠	٦,٠٠	٦٦,٠٠	٩,٠٠	١٣٩,٥٠
٣,١٠	٢٠,٦١	٦,١٠	٦٧,٠١	٩,١٠	١٤٢,٣١
٣,٢٠	٢١,٧٦	٦,٢٠	٧٠,٠٦	٩,٢٠	١٤٥,٣٦
٣,٣٠	٢٢,٩٣	٦,٣٠	٧٢,١٣	٩,٣٠	١٤٨,٣٣
٣,٤٠	٢٤,١٤	٦,٤٠	٧٤,٢٤	٩,٤٠	١٥١,٣٤
٣,٥٠	٢٥,٣٧	٦,٥٠	٧٦,٣٧	٩,٥٠	١٥٤,٣٧
٣,٦٠	٢٦,٦٤	٦,٦٠	٧٨,٥٤	٩,٦٠	١٥٧,٤٤
٣,٧٠	٢٧,٩٣	٦,٧٠	٨٠,٧٣	٩,٧٠	١٦٠,٥٣
٣,٨٠	٢٩,٢٦	٦,٨٠	٨٢,٩٦	٩,٨٠	١٦٣,٦٦
٣,٩٠	٣٠,٦١	٦,٩٠	٨٥,٢١	٩,٩٠	١٦٦,٨١
				١٠,٠٠	١٧٠,٠٠

٥-١-٥-١٠ التكسيات والنسب بين دبش التوريد ودبش البناء

أ ـ حماية سواحل النيل

تنشأ التكسيات فى المواقع المتآكلة ويجب أن تكون بطول لا يقل عن طول التآكل ـ وكذلك إذا أنشئت القدمات السفلى فى أرض عادية يجب أن تحفر القدمة فى الأرض السليمة وطبقا للأرانيك التصميمية بعمق حوالى ٠,٥٠ م أو إذا كانت فى المياه فيعمل لها تسفيل أو طى من مياه التحاريق وذلك برمى دبش فى الماء إلى أن يظهر على سطح المياه ويجب ألا يقل ميل الدبش فى الماء عن ٣ : ٢ .

ب ـ التكسيات

تبنى التكسية أعلى القدمه السفلى التى تبنى أعلى من منسوب مياه أقل الاحتياجات بحوالى ٠,٥٠ متر مع التأكد تماما من رمى الدبش بالقدر الكافى لبناء القدمة السفلى وبعرض لا يقل عن ٠,٥٠ متر للقدمة ويراعى أن يكون بناء التكسية فى أرض سليمة من أولها وآخرها أى أطول من التآكل الفعلى بما لا يقل عن ثلاثة أمتار فى أولها وثلاثة أمتار فى آخرها .

٥-١-٥-١١ كيفية قياس رصات الدبش وعمل معدلات فى حالة الرص الردىء

أ ـ قياس الرصات

لما كان مهندس الرى يقوم بإستلام رصات الدبش التى يوردها المقاول سواء لبناء التكسيات على الناشف أو بالمونة وكذلك لإنشاء الرؤوس وخلافه لذلك يجب أن يعلم المهندس بعض الأصول الفنية التى يجب مراعاتها عمليا وهى :

١ ـ أن تسوى الأرض جيدا تحت الرصات بحيث لا يكون بها مرتفعات أو منخفضات أو بتون وحتى يمكن أن تعبر الرصة تماما عن كمية الدبش التى بها وتفى بالغرض المطلوبة له .

٢ ـ أن تكون الرصات مستطيلة أو مربعة كلما أمكن ذلك وأن يسوى ظهر الرصة ولا يكون بها مرتفعات ولا منخفضات بحيث يعبر الإرتفاع تماما عن الرصة بكاملها .

٣ ـ ان يكون رص الدبش سليما إذ أن كثيرا من المقاولين يضع الدبش بطريقة غير سليمة خاصة بداخل الرصة بحيث يكون هناك دبشتين بينهما فراغ يغطى بدبشة علوية كسقف ثم يبنى الرصة من الخارج جيدا ولا مانع من صعود المهندس فوق الرصة فى حالة الكشف بداخلها لمراقبة ذلك.

ويمكن لقياس رصات الدبش إتخاذ الآتى :

١ ـ قياس الطول الخارجى والأوسط والداخلى ثم يأخذ متوسط الطول للأطوال الثلاثة .

٢ ـ تقاس العروض الخارجى والأوسط والداخلى بحيث يأخذ العرض العمودى وهو أقل عرض ينتج من تحريك الشريط يمين ويسار ثم يأخذ متوسط العرض للعروض الثلاثة المقاسة .

٣ ـ تؤخذ إرتفاعات خارجية إثنان على الأقل فى كل جانب ويراعى أن يكون الإرتفاع عند دبشة مستوية افقية وعند دبشة أفقية عند مستوى أسفل الرصة ويحسب متوسط الإرتفاعات الخارجية وهو مجموع الإرتفاعات مقسوما على عدد الإرتفاعات .

٤ - تـؤخذ إرتفاعـات داخلـية بعمـل كشـف للـدبش فـى أربـع مواقـع متفـرقة وتكـون فرصـة للمهـندس للصـعود أعلى الرصة قبل المقاس مع وضـع صفيحة افقية أو اللوحة النحاسية للبحارى أو طواف جسر النيل تحت دبشة مستوية فى كل موقـع يوضـع عليها سيخ المقاس ثم يلمح المهندس من خـارج الرصة الإرتفاع بحيث يكون ممثلا للموقع وتجاه دبشة أفقية من أعلى ويمسك الملاحظ أو القياس السيخ بوضـع إصبعه على العلامة التىيحددها المهندس ويسجل المهندس المقاس حسب قراءة السيخ بمعرفته وضرورة الإهتمام بوضـع لوحة نحاسية أسفل السيخ حتى لايغرز فى الأراضى ويعطى إرتفاع أكبر وبعد ذلك يحسب متوسط الإرتفاعات الداخلية بقسمة مجموع الإرتفاعات على عدد الإرتفاعات .

٥ - يحسب متوسط أرتفاع الرصة = $\frac{\text{متوسط الإرتفاعات الخارجية + متوسط الإرتفاعات الداخلية}}{٢}$

وهو متوسط الإرتفاع النهائى للرصة .

٦ - يحسب مكعب الرصـة علـى أسـاس حاصـل ضـرب متوسط الطول × متوسط العرض × متوسط الإرتفاع وتجهيز كشوف ختامية للتوريد على هذا الأساس يحدد فيها رقم الرصة والغرض الموردة لـه ثم تقدم للسيد المهندس مساعد مدير الأعمال لعمل جشنى على ٢٥٪ من مكعب التوريد ولا يصرح بالمبانى إلا بعد إعتماد الجشنى .

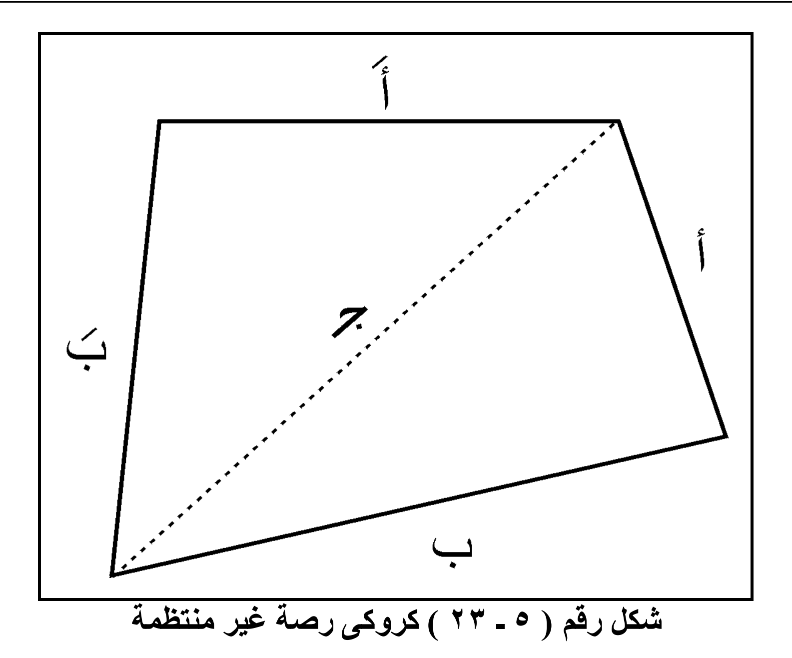
٧ - يراعى إستعمال سيخ حديد قطره ١٣ مم بإرتفاع يزيد عن ١,١٠ متر وبحلقة فى النهاية على أن يدرج من إرتفاع ٧٠ سم بحلقة كل ١٠ سم أى عند ٨٠ سم ، ٩٠ سم ، ١٠٠ سم ، ١١٠ سم ثم يدرج كل سنتيمتر بين كل ١٠ سم حتى يمكن معرفة الإرتفاع ويجب مراجعة السيخ من حيث طوله بمعرفة السيد المهندس قبل البدء فى العمل .

٨ - فى حالة اذا كانت الرصة ليست مستطيلة أو مربعة بزوايا قوائم تقريبا كما هو موضح بالرسم يمكن أحتساب المساحة بالقانون الآتى :

$$\text{المساحة} = \sqrt{ح\,(ح - أ)\,(ح - ب)\,(ح - ج)} \qquad (١٨\text{-}٥)$$

$$ح = \frac{\text{محيط المثلث}}{٢}$$

أ ، ب ، ج أطوال أضـــلاع المثلث وقياس القطر جـ للرصة وتقسم إلى مثلثين كما هو موضح بشكل رقم (٥ـ ٢٣) ثم يحسب المسطح ويقارن بما هو مقاس بالطريقة السابقة ثم تقاس الإرتفاعات حسب ما سبق بيانه وبذلك يحسب مكعب الرصة .



شكل رقم (٥ ـ ٢٣) كروكى رصة غير منتظمة

(ب) عمل معدلات للرص الردىء

إذا كان الرص رديئا فيمكن عمل معدل على إحدى الرصات التى بها شك وتنتخب بمعرفة المهندس ومساعد مدير الأعمال وبحضور المقاول أو مندوبه ويعمل جشنى عليها ثم يعاد رص الدبش تحت إشراف المهندس ومساعد مدير الأعمال بواسطة عمال وبنائين على نفقة المقاول على أن يتم العمل فى يوم واحد ثم تقاس الرصة بعد إعادة فكها ورصها وذلك بمعرفة المهندس ومساعد مدير الأعمال وأى فرق بين الرصة الجديدة والقديمة بالعجز يخصم من جميع مكعبات الأمر ويمكن خصمه من جميع الأوامر الأخرى مع عمل محضر بذلك يوقعه المقاول أو مندوبه نتيجة المقاس والجشنى القديم والجديد ثم يعتمد هذا المحضر من الإدارة المختصة ـ ولذلك يجب أن يتم رص الدبش بمعرفة المقاول جيدا كما يجب أن تكون الرصات بعيدا عن سواحل النيل حتى لا يتهايل الميل ويسقط الدبش بعد الإستلام وقبل المبانى .

ويراعى أن مكعب المبانى للتكسيات يكون من ٨٢٪ إلى ٨٤٪ من الدبش المورد وإذا قلت عن ذلك فيكون إما بسبب زيادة سمك التكسيات عن المقرر أو أن الرص للدبش المورد ردىء وفى جميع الحالات يكلف المقاول بإحضار دبش على حسابه لإستيفاء أطوال التكسيات .

وتعمل أول قطاعات لمواقع التكسيات أو الرؤوس ومنها يحسب مكعبات الدبش للمبانى ثم تزاد فى حالة التكسيات بنسبة ١٨٪ للتوريد وعلى أساس ذلك تصدر أوامر توريد الدبش ثم يسلم الدبش للسيد المهندس ولا يبنى إلا إذا إعتمدت مكعبات التوريد من الجشنى الذى يجب ألا تقل نسبة الجشنى للتوريد عن ٢٥٪ ويجب ألا تزيد النسبة بين قياس المهندس والسيد مساعد مدير الأعمال عن ٥٪ من كمية الدبش المقاسة وتصدر الأوامر حسب العقود إما بند للتوريد وبند للمبانى بنفس مكعبات التوريد وفى هذه الحالة يعتبر طول التكسيات مساويا لمكعب التوريد ناقص ١٨٪ للمبانى مقسوما على مسطح التكسية المبانى ليعطى أطوال التكسيات التى يجب ألا يقل الطول عنها ولا يزيد كثيرا حتى لا ينقص سمك التكسية عن ٥٠ سم المحدد بالرسومات ـ أو تصدر مكعبات المبانى طبقا للرسومات للتكسيات وبالأطوال المحددة بالرسومات وفى هذه الحالة يلتزم المقاول بالبناء حسب العقد وطبقا للرسومات من حيث الأطوال وبالخبرة نحن نفضل التوع الأول .

٥-١-٦ تحديد خطوط منافع النهر Management Lines

٥-١-٦-١ الغرض من خطوط منافع النهر

فى نهاية الأربعينات قامت وزارة الرى (الآن وزارة الموارد المائية والرى) ، من واقع مسئوليتها فى تحديد حدود النهر الآمنة والتنمية والأنشطة الواقعة على شواطئه ، قامت بتحديد ما يسمى بخطوط تهذيب النهر وكان منها الآتى :

تأمين مرور فيضان مقداره ٩٥٠ مليون م^{٣} / اليوم وتحدد خطوط المجري الذي يتسع له .

تحديد منافع النهر التي لا يسمح فيها بإقامة أية منشأت وتخضع لملكية الوزارة لتقوم فيها بإجراءات خاصة بحماية النهر دون الحاجة إلي نزع ملكيات .

السماح للتغيرات الطبيعية في مجري النهر أن تحدث بدون عوائق أوخسائر إلا أن هذه الخطوط لم تعد ذات جدوي في الوقت الحالي لتغير مورفولوجية النهر بعد السد العالي والتحكم في تصرفاتة بحيث يستوعب المجرى التصرفات الإجمالية بعد تنفيذ مشروعات أعالى النيل ولهذا كان من الواجب وضع تصور جديد لحدود النهر في وضعه الجديد للتحكم الأفضل والمتواصل للتنمية علي شواطئة ولهذا تم في معهد بحوث النيل ١٩٩٠وضع طريقة جديدة لحدود النهر وذلك بالإستعانة بخبراء من دول العالم المتقدمة الذين أوصوا بإستخدام الطريقة الجيومورفولوجية لتحديد خطوط منافع النهر التى يجب أن تقوم على أساس أن النهر يحدد بنفسه المجري الذي يسلكه والمساحه من الأرض التي يحتلها لينقل التصرف الذى يمر خلاله .

وتعتمد هذه الطريقة علي تحديد خطوط المنافع Terrace Lines وخطوط المجرى Channel Lines واللذان يتم تحديدهما كما يلى:

خطوط المنافع Terrace Lines

وهذه الخطوط هي عادة خطوط ثابتة وهي تصنع حدود النهر علي الجانبين والتي كان فيضان النيل قبل بناء السد العالى يصل اليها أوبمعنى أخر هي حدود طراد النيل القديم والذى كان يحتوى مجرى النهر خلال الفيضان ولكن منذ بدء تشغيل السد العالي فإن هذه المناطق علي الجانبين لم تصل اليها المياه ولكنها معرضة للنحر والتآكل .

وقد تم تحديد خطـوط المنـافع بأنها الخطـوط التى تمثل حدود المجرى ليستوعب تصرف الطوارىء (والمحدد بمقدار ٦٠٥ مليون م^{٣} / يوم أو ٧٠٠٠ م^{٣} / ث عند أسوان) .

خطوط المجرى Channel Lines

وهى فى الأساس خطوط تتبع مورفولوجية النهر وتبين المجرى الجديد للنهر والذى أصبح منخفض الطاقة بعد التحكم فى تصرفاته بعد تشغيل السد العالى ١٩٦٩ .

ولتحديد خطوط هذا المجرى يؤخذ فى الإعتبار حدود المجرى الثابت ويستبعد القنوات الجانبية التى تنحصر عنها المياه عند إنخفاض المنسوب وكذلك الجزر الغاطسة والمناطق الضحلة .

ومن الأهمية بمكان أن يلفت النظر إلى حقيقة أن خطوط المجرى غير ثابتة حيث تتغير بتغيير مورفولوجية النهر ويتم تحديد هذه الخطوط على الخرائط الطبوغرافية المأخوذة من التصوير الجوى ذات المقياس ١ : ١٠٠٠٠ وكذلك من الطبيعة .

٥-١-٦-٢ تحديد (الخطوط) :

لتحديد خطوط منافع النهر يلزم أن تتوفر قاعدة بيانات عن النهر شاملة خرائط هيدروجرافية وطبوغرافية وصور اقمار صناعية إن وجدت .

٥-١-٦-٣ قاعدة البيانات

تشمل هذه القاعدة الاتى :

أ - الخرائط الهيدروجرافية ذات المقياس ١ : ٥٠٠٠ والتى تم عملها لنهر النيل سنة ١٩٨١ - ١٩٨٢ وهى تمثل الخطوط الكنتورية لقاع النيل .

ب - الخرائط الطبوغرافية من ١ : ١٠٠٠٠ والتى تم إستخراجها من الصور الجوية وهى تعتبر مكملة للخرائط الهيدروجرافية .

ونود أن ننوه هنا أنه يلزم تحديث خطوط المنافع كلما لزم الأمر وعند توفير بيانات حديثة وذلك للتغيير المستمر فى مورفولوجية النهر .

ج - صور الأقمار الصناعية : وهذه الصور عادة تكون بمقياس ١ : ٢٥٠٠٠ وهى تساعد فى تحديد خطوط المجرى فى الحالات المشكوك فيها أى أنها تعتبر كمرجع فى حالة عدم وضوح خط المجرى من الخرائط الهيدروجرافية والطبوغرافية كما سيلى فيما بعد .

٥-١-٦-٤ منحنى الرمو

ويتم تحديد منحنى الرمو فى الحبس المراد عمل خطوط المنافع له بإستخدام نموذج رياضى مثل HEC-2 أو ما شابه وبإستخدام القطاعات المأخوذة عام ١٩٨٢ أو ما هو أحدث من ذلك إذا توفرت ويتم عمل منحنيات الرمو للتصرفات الآتية :

- أقصى تصرف حالى مع إعتبار المنسوب أمام القناطر المناظر لمثل هذا التصرف (كمثال فى حالة الحبس من نجع حمادى إلى أسيوط فيؤخذ اقصى تصرف فى هذا الحبس والمنسوب المناظر له عند قناطر اسيوط) .

- أقصى تصرف مستقبلى للوفاء بالإحتياجات المائية فى الحبس المناظر لتصرف قدره ٣٠٠ مليون م^{٣} / اليوم خلف السد العالى أو التصرف بعد تنفيذ مشروعات أعالى النيل أيهما اكبر .

- تصرف الطوارىء والمناظر ٦٠٥ مليون م^{٣} / اليوم خلف السد ويكون المنسوب أمام القناطر فى هذه الحالة بإعتبار أن البوابات مفتوحة تماما .

وتجدر الإشارة أن معاملماننج يتراوح بين ٠,٠٢٤ إلى ٠,٠٣٢ فى جميع الحالات ويمكن أخذ قيمة متوسطة وكذلك يجب أن يوضع فى الإعتبار أن التصرف يقل فى الأحباس المختلفة كلما إتجهنا شمالا .

٥-١-٦-٥ تجهيز الخطوط

تنحصر خطوات إعداد خطوط منافع النهر فى الآتى :

أ - يـتم رسـم القطاعـات فـى الحـبس المـراد عمـل خطـوط المـنافع له مـن واقـع أحـدث مسـاحة هيدروجرافية ويمكن إدخال هذه البيانات إلى الكمبيوتر .

ب - يتم توقيع مناسيب المياه من حسابات منحنى الرمو على القطاعات المرسومة فى الخطوة السابقة وذلك بمعلومية مسافة القطاع وتحديد منسوب سطح الماء المناظر .

ج - يتم تحديد نقط خطوط المنافع Terrace Line Point (TLP) ونقط خطوط المجرى (CLP) Channel Line Point على القطاعات .

وفى الآتى نوضح كيفية تحديد هذه النقط :

- تحديد نقط خطوط المنافع : وهذا التحديد غير صعب حيث إنها نقط تعلو منسوب سطح الماء فى حالـة الطوارىء على كـلا الجانبين والتى تمثل نقط تغيير فى الإنحدار من إنحدار عالى فى إتجاه النـهر إلـى إنحدار منبسط فـى الإتجـاه بعيدا عن النهر وتجدر الإشارة إلى أن الجزر ينطبق عليها نفس القاعدة .

- تحديد نقط خطوط المجرى : وهذا بالـتحديد يصـعب الحصـول عليه أو غير متيسر فـى أحـوال كثيرة حيث أن هذه النقط تمثل الخطوط المورفولوجية التى تحدد مجرى النهر وتقع على الإنحدار الجانـبى للنهر وهى نقط التغيير الواضح فى الإنحدار على جانبى النهر وقريبة ما أمكن من سطح المياه فـى حـالات التصـرف الحالية وهـى تحـدد الحافـة العليا للمجـرى الجديد الـذى يحـاول النهر الوصـول إليه .

وفيما يلى توضح ثلاثة حالات يتم فيها تحديد خط المجرى كالآتى :

أ - الحالة الآولى فيها تكون نقطة خط المجرى واضحة فى الجانب الأيسر أما فى الجانب الأيمن فهى غير محددة ولكن يمكن تحديدها فى هذا الجانب بمد خط افقى من نقطة خط المجرى فى الجانب الأيسر حتى يتلاقى مع الجانب الأيمن .

ب - الحالة الثانية وفيها تكون نقط خط المجرى واضحة على كلا الجانبين .

ج - الحالـة الثالثة وفيها تكون نقط خط المجرى غير محددة لعدم تغير الإنحدار بصورة مفاجئة مثل الحالات السابقة وفى هذه الحالة فإن نقط خط المجرى وخط المنافع تكون منطبقة على بعضها فى المسقط الأفقى .

د - تجهيز خـرائط كنتوربة للحبس المـراد تحديد الخطوط له وتشـمل المجـرى المائى ومـا لايقل عن ٢٠٠ متر على جانبى المجرى من كلا البرين .

هـ - توقع النقط السابق تحديدها فى (ج) على الخـرائط الكنتورية بمعلومية مواقع القطاعات ثم توصل كل نقطة بالنقطة المـناظرة لهـا فـى نفس الجانب للحصول على خطوط المجرى وخطوط المنافع

وفى حالة عدم وضوح خط المجرى فيمكن تحديدها بواسطة الخط الذى يصل بين نقطة خط المجرى فى القطاع السابق لهذا القطاع والذى يليه مع إستخدام صور الأقمار الصناعية والتى يتم الحصول عليها بإستمرار للتأكد من عدم حدوث تغيرات مورفولوجية تجعل تحديد هذا الخط بالطريقة المذكورة غير واقعى ويجدر التنويه بأنه يجب أن يقوم بهذا العمل مهندس متمرس له دراية كافية بمورفولوجيا الأنهار .

وفى التالى نوضح بعض الخصائص الأساسية لخطوط المجرى وخطوط المنافع .

أولا : تكون هذه الخطوط على هيئة منحنيات مستمرة ومحازية لمجرى النهر إلا فى حالة الجزر العالية فتكون منحنيات مقفلة .

ثانيا : لا تقطع هذه الخطوط المجرى بأى حال .

ثالثا : لا يشترط توازى خطوط المجرى مع خطوط المنافع فقد يبعدان من بعضهما البعض وفى حالات كثيرة يلتقيان كخط واحد ولكن من غير الممكن أن يتقاطعا مع بعضهما وفى جميع الحالات يكون خط المنافع أبعد عن المجرى من خط المجرى .

٥-١-٦-٦ تحقيق خطوط منافع النهر

فى حالة عدم توفر بيانات حديثة لإستخدامها فى رسم الخرائط الكنتورية السابق الإشارة إليها فى ٥ - ١ - ٦ - ٣ يلزم عمل تحقيق للخطوط المرسومة على الطبيعة بواسطة إدارات حماية النيل وهذا ضرورى وبالأخص بالنسبة لخطوط المنافع نظرا لإقامة بعض المنشآت الحديثة أو لحدوث نحر فى الأراضى أو لأى سبب آخر طبيعى أو صناعى يغير من مورفولوجية النهر أو جانبيه .

٥-١-٦-٧ أعمال المتابعة

تتغير مورفولوجية الأنهار بطريقة مستمرة ويتوقف معدل هذا التغيير على عوامل كثيرة منها على سبيل المثال لا الحصر :

- إقامة المنشآت المائية الكبيرة .
- كثافة الملاحة النهرية .
- إنشاء رؤوس داخل المجرى .
- تغيير مفاجىء فى التصرفات .
- السيول .... إلخ .

وهذا يتطلب متابعة دورية لأى تغيرات تحدث فى مجرى النهر .

ونظرا لبطء عملية التغيير فى معظم الحالات كما أن معظم التغيرات تكون مورفولوجية وهى التى تؤثر على خط المجرى فإنه يتم إتخاذ الإجراءات التالية :

- فى حالة رصد أى تغيرات محلية سريعة مثل إنهيار للسواحل أو إقامة منشآت مخالفة أو تجريف للأرض فإنه بالإضافة لإزالة المخالفات طبقا للقانون فإنه يلزم تعديل خطوط المجرى وخطوط المنافع لهذه الأماكن .

- يتم مراجعة خطوط المجرى كل ١٠ ـ ١٥ سنة .

- يتم مراجعة خطوط المنافع كلما لزم الأمر أو كل ٢٠ سنة أيهما أقل .

٥-١-٧ الملاحة النهرية

٥-١-٧-١ تقسيم الأنهار والمجارى المائية

تشكل الملاحة النهرية عاملا مهما لنظام النقل فى جمهورية مصر العربية ... وتنقسم الأنهار من الناحية الملاحية إلى :

أ - أنهار طبيعية لم يتم التحكم فى تصرفاتها .
ب - أنهار تم التحكم فيها بالأعمال الهندسية .

كما يتم تقسيم السفن الملاحية النهرية حسب حمولتها إلى أربعة اقسام :

أ - أقل من ٤٠٠ طن
ب - أقل من ٦٥٠ طن
ج - أقل من ١٠٠٠ طن
د - أقل من ١٥٠٠ طن

وقد تم عمل هذا التقسيم على اساس أن السفن تعمل بنظام الجر والذى تم تغييره الآن إلى نظام الدافع والمدفوع وهو أحسن إقتصاديا .

٥-١-٧-٢ طرق التحكم فى النهر من ناحية الملاحة

يتم ذلك بتشجيع النهر الرسوبى على تكوين مجرى ملاحى بقدرته الذاتية على نحر القاع وتركيز التيار فى قطاع ضيق نسبيا وبذلك يزيد الإنحدار الهيدروليكى وتزداد السرعة فى النهر . وتستخدم الخوازيق والأحجار والتكسيات وأعمال التكريك للمحافظة على القطاع الضيق بالنهر وتهذيبه وتعميقه .

وتكون الأنهار الرسوبية فى حالتها الطبيعية قادرة على عمل الإنحناءات المتصلة بأجزاء عريضة نسبيا تسمى عبارات (Crossings) وتكون الإنحناءات ذات أعماق كبيرة نسبيا وإنحدارات أقل من تلك الموجودة فى العبارات . ويبين الشكل رقم (٥-٢٤- أ) العلاقة بين نصف قطر الإنحناء والأعماق فى المنحنيات والعبارات .

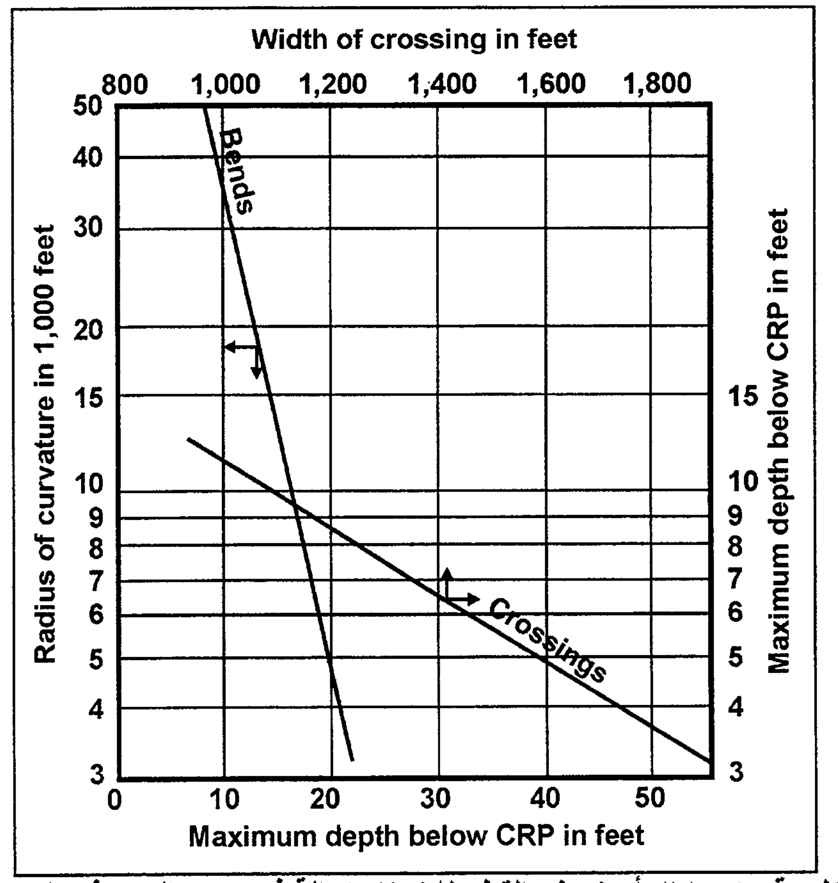
ويجب أن يكون الإتصال بين المنحنيات قصيرا ومستقيما ويكون الجزء المستقيم يساوى (٢ - ٣) مرات عرض المجرى (B) .

ومن المهم معرفة حركة المواد الرسوبية فى النهر لتحديد وتخطيط أعمال التحكم حيث تتطلب الأنهار ذات الأحمال الكبيرة سرعات أكبر للمحافظة على قطاع صالح للملاحة ويتطلب ذلك بالتبعية أعمال تهذيب أكبر .

ويتم تنفيذ أعمال التحكم بإعادة تخطيط النهر للتخلص من المنحنيات الحادة ومناطق العبارات العريضة . كما تتم أعمال تخطيط النهر وتثبيته ببناء الرؤوس الحجرية والمنشآت الأخرى أو بعمليات التكريك .

وتبنى الرؤوس الحجرية لتوجيه تيارات النهر وتكون إما مسامية أو غير مسامية وتنشأ عادة متعامدة على التيار .

وعندما يكون من الضرورى تحسين تخطيط النهر فإن ذلك يتم عن طريق عمل قطع إبتدائى على طول التخطيط المطلوب مع تشجيع النهر على إكمال الحفر بقوته الذاتية . كما يجب أن يكون بداية القطع الإبتدائى فى الجانب المقعر للإنحناء وفى الأمام من نقطة التغير فى الإنحناء .



شكل رقم (٥-٢٤-أ) نصف القطر للإنحناء كدالة فى عمق المياه فى المنحنى وعرض القطاع مع العمق

ويتم تحديد اقل نصف قطر (r) للمجرى المائى بطول السفينة التى سوف تستخدم النهر مضروبا فى ثابت يساوى (٣) للسفن المدفوعة ، (٤,٥) للسفن المجرورة .

ويزداد العرض (Bo) للمجرى المائى فى المنحنى فى حالة المرور فى إتجاهين عن طريق المعادلة ، شكل (٥-٢٤-ب) :

$$Bo = B + \Delta B \qquad (5\text{-}19)$$

حيث (B) هو أقل عرض للمجرى فى الأجزاء المستقيمة ،

$$\Delta B = \frac{L^2}{(2r + B)} \cong \frac{L^2}{2r}$$

وتكون زاويـة الإنحناء (α) هى ميل خط الجر مع المماس لنصف القطر . وتعتمد هذه الزاوية على نصف قطر المنحنى والسرعة وقدرة الجر وتصميم نظام الجر والتحميل وشدة الرياح والسريان فى النهر.

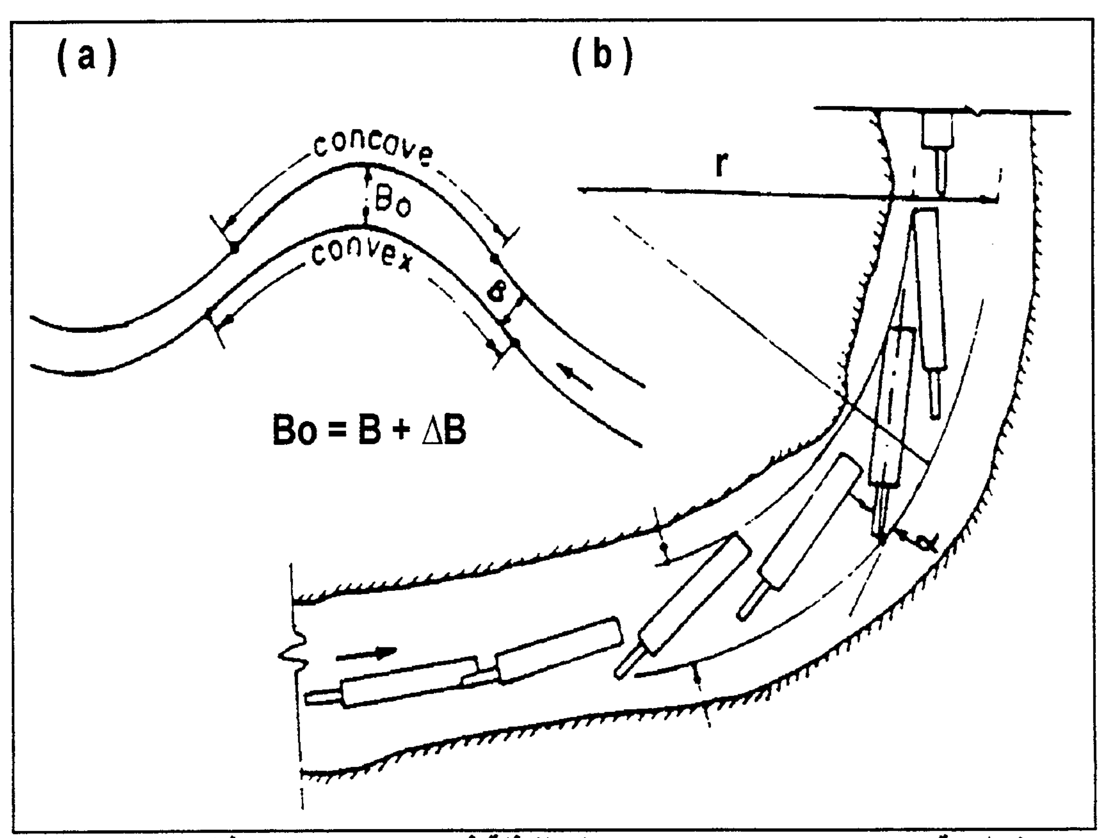
وتكون الزاوية (α) كبيرة فى حالة السير مع التيار وصغيرة فى حالة السير ضد التيار :
($2^\circ < \alpha < 15^\circ$) وذلك لأنصاف أقطار المنحنيات ($400 < r < 2500$ m) وكلما كبر نصف القطر (r) كلما صغرت الزاوية (α) تقسم على إثنين .

ويكون العرض (Bo_1) فى حالة المرور فى إتجاه واحد هو :

$$Bo_1 = L_1 \sin \alpha_d + 2c$$

وفى حالة المرور فى إتجاهين يكون :

$$Bo_2 = L_1 \sin \alpha_d + b_1 + L_2 \sin a_u + b_2 + 2c + c^1$$



شكل رقم (٥-٢٤-ب) الإنحناء وتحرك القافلة فى مجرى مائى (نوفاك ١٩٨٨)

حيث (L) هو طول نظام الجــر ، (α) هى أقصى قيمة لزاوية الإنحنـــاء (b) عرض نظام الجـر ، (c) هو مقدار الخلو ص بين أنظمة الجر ، (c^1) مقدار ثابت . ويكون الرمز (d) دلالة على أن الجر فى إتجاه التيار ، والرمز (u) فى عكس التيار ، والرمز (١) لنظام الجر الأول ، (٢) لنظام الجر الثانى .

٥-١-٧-٣ المقاومة الناتجة عن حركة السفن الملاحية

عندما تتحرك سفينة فى مجرى مائى فإنه يحدث تيار عكسى ليملأ المكان الذى تم تفريغه بحركة السفينة ، كما يحدث إنخفاض على جانبى السفينة . وفى العادة تؤخذ النسبة بين قطاع النهر إلى قطاع السفينة المغمور أكبر من (٤ : ١) .

وتكون أقصى سرعة للإبحار عكس التيار حوالى ٢,٥ متر فى الثانية .

وتتأثر مقاومة السفينة بعوامل كثيرة مثل سرعة السفينة وسرعة التيار وشكل هيكل السفينة وطولها وغاطسها وبعدها عن جوانب النهر .

والمعادلة العامة لتحديد المقاومة أعطاها كا (kaa. 1978) على شكل :

$$\rho \times R = C_f . \frac{1}{2} . \rho . (v+u)^2 \, . \, A' + P.g.B.D.Z + \frac{1}{2} C_p \, . \rho . \, v^2 . B$$

حيث (v) هى سرعة السفينة ، و(u) هى سرعة التيار العائد عند مؤخرة السفينة ، (Z) هو هبوط سطح المياه بجوار السفينة ويساوى هبوط جسم السفينة ، (C_F) هو معامل المقاومة ، (A') هى مساحة الهيكل المبتل للسفينة ، (B) هو عرض السفينة ، (D) هو غاطس السفينة ، (C_p) هو معامل يعتمد على سرعة السفينة وغاطسها .

وتحسب سرعة التيار العائد (u) وهبوط السفينة (Z) فى المعادلة السابقة من معادلات الطاقة والإستمرار كالآتى :

$$Z = \frac{1}{2g}\left[\left(v + u^2\right)^2 - v^2\right] \qquad (5\text{-}20)$$

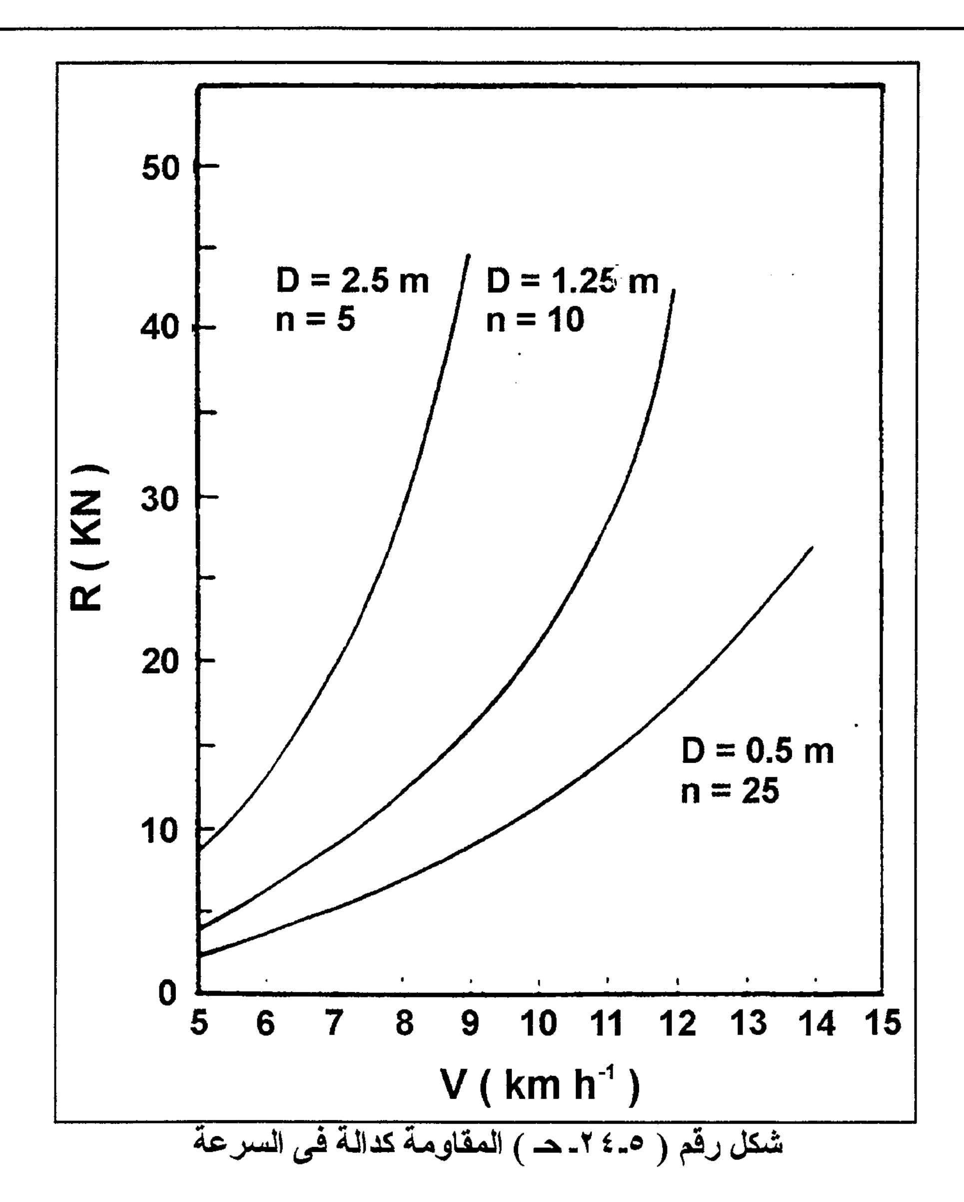
$$v.A = (v+u)(A_c - A_m - \Delta A_c) \qquad (5\text{-}21)$$

حيث (A_c) هى مساحة قطاع النهر ، (A_m) هى مساحة قطاع السفينة عند منتصفها ، القيمة التقريبية للمقدار (ΔA_c) هى :

$$(\Delta A_c \cong B_c . Z)$$

حيث (B_c) هو عرض المجرى المائى غير المعاق .
وتقل المقاومة (R) مع النسبة (n) لمساحة مقطع المجرى المائى (A_c) والقطاع المغمور للسفينة . (A_m)

وكمثال فإن التغير التقريبى للمقاومة (R) لسفينة حمولة ١٣٥٠ طن كدالة فى السرعة (v) للقيم (n)، (D) لأكبر غاطس ($D = 2.5$ m) عند ($n = 5$) مبين فى الشكل (٥-٢٤- حـ) .



شكل رقم (٥-٢٤-حـ) المقاومة كدالة فى السرعة

وقد تم حساب المنحنيات فى شكل (٥-٢٤-حـ) بإستخدام المعادلة البسيطة التى أعطاها (Cabelk Gebers, 1976) كالآتى :

$$R = \left(\lambda \,.\, A^{1} + K.B.D\right) v^{2.25} \qquad (5\text{-}22)$$

حيث (R) تساوى (KN x 10) ، السرعة (v) بالمتر فى الثانية وقيمة (λ) تتغير من (٠,١٤) للهياكل الصلب إلى (٠,٢٨) للهياكل الخشب وتتغير قيمة (K) ما بين (١,٧) للقوارب الصغيرة والصنادل الفارغة إلى (٣,٥) للصنادل المحملة .

وتكون مقاومة السفينة فى الإنحناءات فى النهر ذات القطر (r) أكبر نتيجة للقوة الطاردة المركزية المؤثرة على جانب السفينة عند زاوية ميل (α) ، شكل (٥-٢٤-ب) .

٥-١-٧-٤ تأثير الأمواج على جوانب النهر

تسبب حركة المياه أمواج تهاجم جوانب النهر ويتطلب ذلك حماية لها ويكون إرتفاع الأمواج الناتجة عن مرور السفن معتمد أساسا على سرعة السفن وحجم السفن ومكانها بالنسبة لجوانب النهر وتعتبر سرعة

السفينة أهم عامل مؤثر . وترتفع الأمواج بدرجة كبيرة مع السرعة حتى تصل إلى أقصى إرتفاع لها مع السرعات الكبيرة ولكن هذا نادر الحدوث فى حالة السفن التجارية .

٥-١-٧-٥ النهر كقناة ملاحية

يمكن تحويل النهر إلى قناة ملاحية بإنشاء مجموعة من القناطر مزودة بأهوسة ملاحية . وهذه ضروره من الناحية الملاحية إذا كان عمق النهر صغيرا والسرعة كبيرة مما يسبب مشاكل للملاحة الآمنة .

وتكون الأنهار التى بها مواد رسوبية كبيرة أصعب فى تطويرها كما أن الأنهار التى تتغير بها التصرفات خصوصا التصرفات الصغيرة لا يمكن تحويلها إلى قناة ملاحية بقوتها الذاتية ولكن يمكن ذلك بإنشاء مجموعة من القناطر على النهر .

وتكون السرعة فى الأنهار التى يزيد إنحدارها عن ١٩ سم / الكيلو متر كبيرة وخطرة على الملاحة وتمنع عمل النهر كقناة ملاحية حتى ولو كان التصرف كافيا .

ويكون عدد ومكان القناطر اللازمة لتحويل النهر إلى مجرى ملاحى معتمد على أقل عمق مياه مطلوب ، ميل النهر وطبوغرافية السهل الفيضى والإنشاءات الموجودة به .

ويجب أن تكون المسافات بين القناطر أطول ما يمكن لتقليل عدد القناطر والأهوسة ولكن يجب فى نفس الوقت تقليل مساحة الأراضى التى تغمر وأعمال التعمير بها . كما يجب أن تكون الفروقات بين مناسيب المياه أمام القناطر المتتالية فى حدود (٥ ← ١٥) متر .

٥-١-٧-٦ الأهوسة النهرية

تشكل الضواغط المائية فى الأنهار التى عليها مجموعة من القناطر مشكلة بالنسبة للملاحة . يتم التغلب على هذه المشكلة بإنشاء الأهوسة بمكوناتها من البوابات والأحواض والمحابس وأجهزة الملء والتفريغ .

وتوجد أنواع مختلفة من بوابات الأهوسة منها التى تتحرك حول مفصل أو النوع الرأسى أو المغمور وأنواع كثيرة أخرى .

وتكون المحابس اللازمة لعمليات الملء من النوع الرأسى أو الإسطوانى . كما تستخدم أخشاب الغما أو البوايات الرأسية فى الحالات الحرجة .

وتصمم أحواض الأهوسة لتتحمل ضغوط الأتربة والمياه السطحية والجوفية وكذلك القوى المتولدة من إرتطام السفن بها .

ويترك فى العادة خلوص حوالى (١,٠ متر) بين السفينة وحوائط الهويس . كما يكون طول الهويس أكبر من طول أطول سفينة تستخدم الهويس بحوالى (١ ← ٥) متر .

ونظرا للفرق بين مناسيب أعتاب البوابات تكون بوابة الأمام أصغر دائما من بوابة الخلف . وتتحكم أعتاب البوابات فى مقدار الغاطس للسفن التى تستخدم الهويس . وفى العادة يضاف (١ ← ٢) متر للغاطس كاحتياط للتوسع المستقبلى فى إستخدام النهر .

وأثناء ملء وتفريغ الهويس يحدث سريان غير مستقر (Unsteady Flow) فى الهويس والمجارى المائية المتصلة به ويسبب ذلك قوى كبيرة على السفن يجب ألا تزيد عن الحدود المسموح بها .

ويمكن التغلب على هذه القوى بربط السفن بحبال رباط إلى الهويس أو فى المجارى المائية المتصلة به . وأثناء تفريغ الهويس فإن السفن تتأثر عادة بقوى أصغر من تلك التى تحدث أثناء ملء الهويس بسبب عمق المياه الكبير .

٥-١-٧-٧ الموانى النهرية

يحدد موقع وتخطيط الموانى النهرية حسب حجم البضائع المتداولة فعندما يكون حجم البضائع صغيرا فإنه يمكن إنشاء الميناء على جانب النهر مباشرة وتعريض الجسر بمسافة تساوى مرتين إلى ثلاثة مرات عرض السفينة أو بالعرض اللازم لتزويد السفينة .

أما بالنسبة للأحجام المتوسطة للبضائع فإنه من الأفضل إنشاء حوض الميناء خارج مجرى النهر وتوصيله إلى المجرى الملاحى بواسطة مدخل مناسب .

أما فى حالة أحجام البضائع الكبيرة فإن حجم الميناء يجب أن يكون أقل ما يمكن مع وجود عدد من الأحواض متصلة بالمجرى الملاحى بقناة إقتراب مع وجود حوض تدوير كما أن تخطيط الميناء يعتمد على الموقع والغرض من الميناء .

٥-٢ صيانة شبكات الرى

بعد إنشاء السد العالى تناقصت مكعبات التطهير فى الترع نتيجة لحجز الطمى أمام السد العالى إلا أنه نتيجة لإلقاء الأهالى المخلفات بكافة أشكالها وأنواعها بالترع ، فقد إستمرت الحاجة إلى عمليات التطهير . ولا تقتصر عمليات الصيانة على التطهيرات فقط ، بل يستلزم الأمر نزع الحشائش والتى تزايدت بعد إنشاء السد العالى وخصوصا الحشائش الغاطسة والتى تسبب المشاكل وخصوصا خلال فترة زراعة القطن والأرز ، كما أن تقادم منشآت الرى قد زاد من أهمية عمليات الصيانة بما جعلها العمل الأساسى للوزارة وأعطاها أهمية قصوى وتجدر الإشارة بأن أطوال الترع حاليا يبلغ حوالى ٣١ ألف كيلو متر فى حين تبلغ أطوال المساقى الترابية حوالى ٧٠ ألف كيلو متر .

وتحتاج الترع والمساقى والأعمال الصناعية للصيانة للأسباب التالية :

١ - ضرورة المحافظة على أورنيك المجرى ضمانا لإستيعاب القطاع للتصرف المقرر .
٢ - ضمان الحصول على الإنحدار التصميمى للمياه بما يسمح بتوفير الضاغط المقرر على فتحات الرى لحصول كل فتحة للتصرف المقرر لها حسب الزمام المرتب عليها .
٣ - إستخدام ناتج التطهير لإستيفاء أرانيك الجسور لإستخدامها للمرور - وكذا لإعادتها لشكلها الأصلى قبل التعدى عليها من الأهالى .
٤ - ردم البيارات خلف القناطر لحماية الفروشات وسلامتها .
٥ - تقوية المواقع الضعيفة لعدم إنهيارها بما ينتج عنه وجود إختناقات فى المجرى .
٦ - إزالة الأتربة المترسبة فى الأعمال الصناعية للمحافظة على كفاءتها لإمرار التصرف المقرر وعدم وجود فرق توازن غير مرغوب فيه .
٧ - إزالة الحشائش وخاصة قبل موسم زراعة القطن والأرز لمنع وجود إختناقات .

٨ - صيانة الأعمال الميكانيكية بالقناطر والفتحات ضمانا لسهولة التشغيل والمحافظة عليها .
٩ - صيانة المساقى المطورة .

ويمكن توضيح أعمال الصيانة - كما يلى :

١ - أعمال التطهيرات للوصول إلى الأورنيك المقرر (أورنيك مؤقت - أورنيك نهائى) .
٢ - أعمال نزع الحشائش (حشائش عائمة - حشائش جرفية) .
مع إيضاح عمليات نزع الحشائش - سواء يدويا أو ميكانيكيا أو بيولوجيا .
٣ - أعمال ردم البيارات وتكاسى الميول .
٤ - أعمال إزالة المعوقات .
٥ - أعمال الصيانة السنوية للقناطر - الكبارى - الفتحات .
٦ - تنظيم عمليات التراخيص على المساطيح وإزالة المخلفات .

٥-٢-١ أعمال التطهيرات

مقدمة

قبل إنشاء السد العالى ونتيجة لإرتفاع تركيز المواد العالقة (الطمى) فى مياه الفيضان (حيث كان المتوسط خلال شهرى أغسطس وسبتمبر حوالى ٢٥٠٠ جزء فى المليون) مقاسا عند الجعافرة نتيجة لذلك كانت تترسب كميات كبيرة من الطمى على الأراضى الزراعية وقيعان وجوانب الترع والمساقى مما يؤدى إلى تقليل كفاءة المجارى المائية لنقل التصرفات ومما يستدعى تطهيرها سنويا . وكان التطهير يتم على دفعتين كل سنة .

الدفعة الأولى : وهى التطهيرات الشتوية أثناء السدة الشتوية حيث تطهر الترع الرئيسية (التى لا تطهر بالكراكات) ، وترع التوزيع الكبيرة والترع الفرعية بشرط نهو التطهيرات خلال فترة أدوار البطالة .

الدفعة الثانية : وهى التطهيرات الصيفية ويتم تطهير ما يحتاج من الترع الصيفية الصغيرة ويتم التطهير خلال أدوار البطالة .

وكانت تعمل قطاعات إختبارية كل ٥٠٠ متر لكل الترع خلال شهر أكتوبر بعد مرور الفيضان ، وما يحتاج للتطهير تعمل له قطاعات كل ٢٠٠ متر .

وبعد السد العالى وإن كانت الحاجة للتطهير قد قلت لنقص تركيز المواد العالقة إلى حوالى ٥٠ جزء فى المليون .. إلا أنه نتيجة لإلقاء المخلفات بكافة صورها وأشكالها فى المجارى المائية - وخاصة فى المسافات التى تمر فيها المجارى المائية بكتل سكنية ، فقد إستمرت الحاجة لأعمال التطهيرات فضلا عن ضرورة إعادة جسور المجارى المائية إلى حالتها الأصلية بالتكوين أو الترميم لمواجهة حالات التعدى عليها .

٥-٢-١-١ تعريفات

ترعة عمومية :

هى مجرى معد للرى ترابى أو مبطن وتقوم الدولة بنفقات صيانته ويكون مدرجا بسجلات وزارة الموارد المائية والرى ، وتكون الصيانة إما بالتطهير أو إزالة الحشائش أو ما يعترض سير المياه من عوائق أو ترميم الجسور أو إعادة تكوينها أو إصلاح التباطين - وذلك بإعتبار المجرى من الأملاك العامة .

مسقاة خصوصية :

هى مجرى معد للرى ترابى أو مبطن أو مواسير ويقوم حائزو الأراضى المنتفعة بالمجرى بنفقات التطهير وإزالة النباتات والحشائش المعوقة لسير المياه وكذا باقى النفقات الخاصة بالتشغيل وكذا حفظ الجسور وذلك بإعتبار المجرى من الأملاك الخاصة ويجوز لوزارة الموارد المائية والرى بناءا على تقرير من مفتش الرى المختص أو من ذوى الشأن عن عدم قيام الحائزين بأعمال الصيانة المطلوبة ، يجوز لمدير عام الرى المختص إخطار رجال الإدارة بتكليف الحائزين بإنجاز أعمال الصيانة المطلوبة فى وقت معين وفى حالة عدم القيام بتلك الأعمال تقوم الوزارة بها على نفقتهم كل بنسبة الحيازة .

بروفيل

جزء من القطاع يمثل الحالة الإبتدائية له قبل تشغيله ويكون طوله فى حدود ٢ - ٣ متر ويمثل القطاع ويترك لعمل المراجعة ثم يزال بعد التأكد من صحة الميزانية .

الأورنيك

هو الشكل الهندسى لقطاع المجرى ومنه يتضح عرض القاع ومنسوبه ثم الميول الجانبية ثم منسوب المسطاح وعرضه ثم الميول الداخلية للجسور وعرضها وكامل عرض نزع الملكية ، ويتم حساب الأورنيك لإمرار أقصى تصرف بالمجرى بموقع القطاع ويعاد الحساب لتحديد كفاءة القطاع لإمرار تصرف أقل الإحتياجات آخذا فى الإعتبار منسوب أقل الإحتياجات - ويحسب الأورنيك لحالتين ، الزمام المؤقت والزمام النهائى ويحدد على القطاع منسوبى أقصى وأقل الاحتياجات .

تطهير

هو إزالة الأتربة الزائدة عن الأورنيك لكل قطاع بالمجرى ، وتتم عملية التطهير سواء باليد أو بالحفارات أو باقى المعدات الميكانيكية .

ترميم

هى أتربة تستخدم لتكوين الجسور والمساطيح أو استيفاءا لعروضها ومناسيبها المقررة حسب القطاع الطولى للمجرى - وقد تكون أتربة ماخوذة من نفس القطاع أو منقولة .

متارب

قد لا تكفى أتربة التطهير لإستيفاء الجسور والمساطيح ولذلك يستدعى الأمر إستكمال الأتربة المطلوبة من قاع المجرى بشروط معينة .

٥-٢-١-٢ المعدات المستخدمة فى التطهيرات

ا - معدات التطهير باليد

الكريك - الفأس - الغلق

ب - معدات التطهير الميكانيكية

حفارة سلكية

ويتراوح طول الذراع من ١٢,٢٠ إلى ١٩,٢٠ مترا وتستخدم لتطهير الترع التى لا يقل عرض القاع عن ٤ متر وتحتاج إلى مسطاح بعرض لا يقل عن ٥ متر .

حفارة هيدروليكية

وهى إما جنزير أو كوتش ويتراوح طول الذراع من ٧,٥ متر إلى ١٢ متر وتستخدم لتطهير الترع من عرض قاع ٢ متر إلى ٥ متر وتعمل إما من جانب واحد أو جانبين وتحتاج الى مسطاح بعرض ٥متر وهناك حفارات صغيرة للترع الصغيرة .

شفاط

ويستخدم بصفة عامة فى المجارى المائية التى لا يقل عرض القاع عن ٨ متر وعمق مياه مساوى للغاطس المقرر للوحدة مضافا إليه عمق مناسب لتشغيل الوحدة وهناك شفاطات للمجارى المبطنة .

كباش

ويستخدم فى المجارى المائية التى يصعب تشغيل الشفاط فيها بسبب عدم توافر أماكن لتشوين الناتج عليها ، حيث يقوم الكباش برفع الناتج وتحميله فى مواعين متنقلة لنقله بعيدا .

بلدوزر

يستخدم لتسوية وكسر الأتربة سواء على المساطيح أو الجسور .

جريدر

يستخدم لتسوية الأتربة وتمهيد الطرق .

لودر

يستخدم لتحميل ناتج التطهير بعد جفافه لإستخدامه فى الترميم أو نقله بعيدا .

أعمال التطهير للترع والمساقى الترابية

تشمل عمليات التطهيرات إزالة الأتربة الزائدة عن الأورنيك سواء من القاع أو الميول وإستيفاء عروض ومناسيب المساطيح والجسور من ناتج التطهير وفى حالة عدم كفاية ناتج التطهير يتم الإستيفاء من متارب من قاع المجرى بشروط معينة أو بالنقل ، كما تشمل عملية التطهيرات أيضا تسوية الجسور وجعلها صالحة للمرور ، وتشمل أيضا إزالة الأتربة الزائدة عن الأورنيك من تحت الكبارى وأمام قناطر الحجز وترميم البيارات خلف القناطر ، وتشمل دراسة وإستيفاء عروض مناسيب الجسور المشتركة بين الترع

والمصـــــارف ضمـــانا لعدم تجاوز خط الرشح للحدود الآمنة وستكون فى حدود ٧ : ١ للتربة الطينية إلى ١٠ : ١ للتربة الرملية الناعمة .

المواعيد المناسبة للتطهير

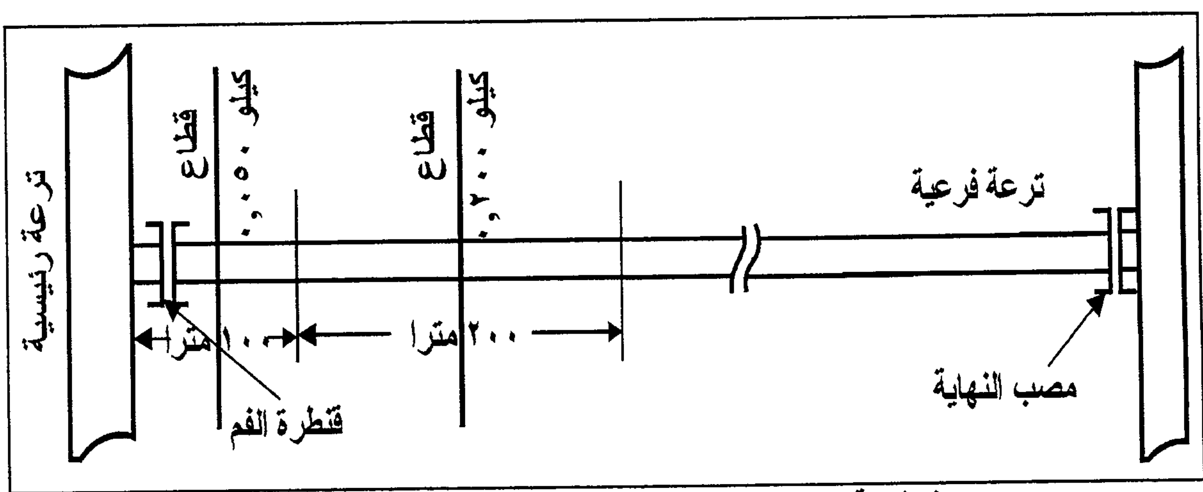
يعتبر شهرى يونيو ويوليو شهور أقصى الإحتياجات فى الوجهين القبلى والبحرى ـ لذلك يلزم أن تتم التطهيرات قبل شهر يونيو وأن تكون الترع والمساقى على إستعداد كامل لإمرار تصرفات أقصى الإحتياجات كما يلزم أيضا أن تكون المجارى المائية بحالة جيدة لإمرار الإحتياجات اللازمة خلال شهر مارس وحتى منتصف أبريل وهى إحتياجات زراعة القطن .

طريقة حساب الأورنيك ومراجعة أرانيك الترع والمساقى

يصمم قطاع المجرى المائى لإستيعاب التصرفات المقررة ، وهى التصـــرفات خلال شهرى يونيو ويوليو ، ويتم حساب التصرف لكل مجرى تبعا للزمام والتركيب المحصولى والإحتياجات الشهرية للمحاصيل خلال شهر يوليو ، ويحدد الأورنيك خلف الفم ثم فى مواقع مختلفة على المجرى (مواقع تغيير الزمام) ، وعلى أساس مناسيب المياه التصميمية لأقصى الإحتياجات تحدد الإنحدارات المقررة والقطاع عند كل موقع ، ثم يعاد الحساب عند كل موقع تبعا لمناسيب المياه فى فترة أقل الإحتياجات ويؤخذ القطاع الأنسب والذى يكفى الحالتين وتحدد الإنحدارات وشكل القطاع من المعادلات واللوحات التصميمية لمعهد بحوث صيانة الترع والمصارف (اشكال٥-٢٩،٥-٣٠،٥-٣١) (يرجى الرجوع الى الحساب فى بند (٣-١-٥)

تنظيم عملية التطهيرات والترميم

يتم عمل قطاعات على المجرى بدءا من روبير أو رخامة ويكون القطاع الأول بطول ١٠٠ متر ويعمل القطاع عند الكيلو ٠,٠٥٠ (خلف الفم) ، ثم تكرر القطاعات كل ٢٠٠ متر وقد يحتاج الأمر إلى عمل قطاعات جزئية بأى طول حسب الطبيعة ويحدد آخر قطاع ويتم التأكد من صحة الميزانية بالربط على روبير أو رخامة وتسمى هذه الميزانية إبتدائية .



شكل رقم (٥ ـ ٢٥) شكل يوضح خطوات عمل الميزانية

- يراعى خلال عمل الميزانية أن يبدأ القطاع من حدايد البر الأيسر وينتهى بحدايد البر الأيمن مع توضيح مناسيب وعروض الجسور والمساطيح فى كل بر وإيضاح تفاصيل الميول والقاع . مع دق أوتاد خشبية فى مواقع القطاعات ويعمل حوله حلقة تحفر فى أتربة الجسر ويؤخذ منسوب الوتد .

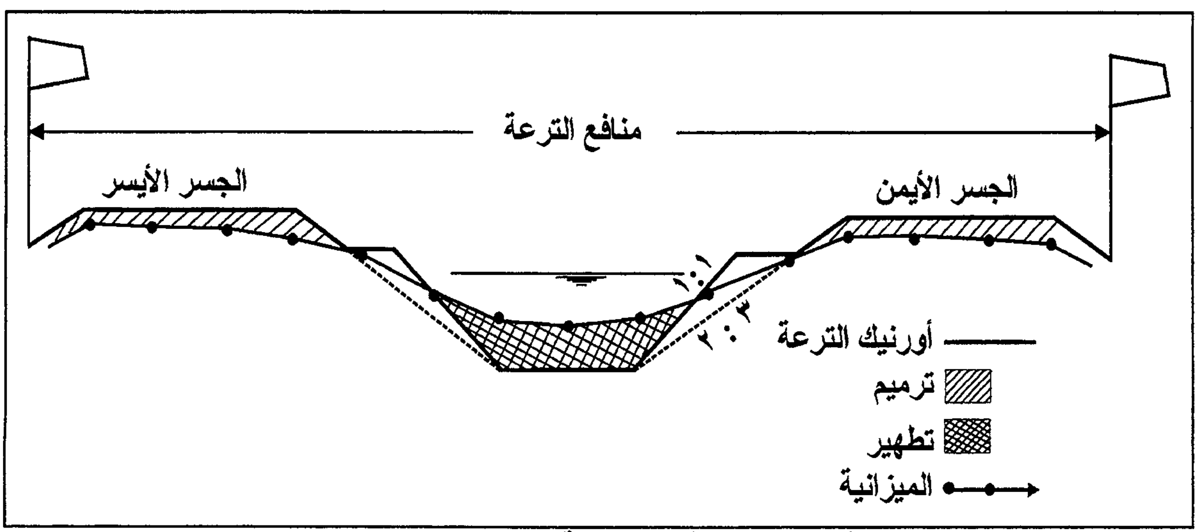
- يراعى أيضا خلال عمل الميزانية عمل جسات أسفل الكبارى وأمام وخلف القناطر وذلك لتحديد الأتربة المطلوب إزالتها من تحت تلك الأعمال وشكل وحجم البيارات خلف الأعمال الصناعية .

- يراعى عمل الميزانية خلال دور القفل لملاحظة وتحديد الشكل الحقيقى للقطاعات وبدقة وفى بعض الأحيان يرى عمل الميزانية خلال دور العمالة وذلك لتحديد الفاقد فى الأعمال الصناعية بدقة ووفقا للتصرف المار لتحديد كفاءة تلك الأعمال .

- ترسم الميزانية ويوقع عليها الأورنيك لكل قطاع مأخوذا من بيانات القطاع الطولى وتحدد تبعا لذلك مكعبات التطهير والترميم وإذا إتضح عدم كفاية مكعبات التطهير لترميم الجسور (إن كانت هناك حاجة لذلك) يتم إستيفاء مكعبات الترميم من متربة بقاع المجرى أو من أتربة منقولة وذلك حسب الظروف .

- يصدر الأمر للمقاول متضمنا مكعبات التطهير والترميم ، ويحاسب على المكعب الأكبر من أيهما ويترك المقاول بروفيلات فى مواقع القطاعات الإبتدائية لعمل المراجعة ولا تزال تلك البروفيلات إلا بعد المراجعة (الجشنى) .

- وبعد نهو العمل يتم عمل ميزانية ختامية لتحديد حجم ما تم نهوه من أعمال بدقة وقد يحتاج الأمر إلى إعادة التشغيل إذا إتضح أن العجز يتجاوز العجز المقرر حسب العقد .



شكل رقم (٥-٢٦) قطاع لترعة يوضح التطهير والترميم

وهناك حالات ثلاث لعملية التطهيرات وهى :

الحالة الأولى :

إذا كان ناتج التطهير غير كاف لإستيفاء الترميم فيتم تشوينه على طبان الطريق (بحيث لا يعوق المرور) وبعد جفافه يتم فرده على الجسر بعد إستيفاء الترميم من القاع أو أتربة منقولة .

الحالة الثانية

إذا لم تكن هناك حاجة لترميم الجسور فيمكن تشوين الناتج على الطبان لحين جفافه ثم نقله أو تشوينه خلف الجسور داخل المنافع .

الحالة الثالثة

إذا كان الناتج غير مطلوب للترميم ويعوق المرور فترفع الأتربة فور التشغيل .

أعمال التطهيرات للترع المبطنة

الترع المبطنة الصغيرة بتصرف أقل من ٥ م^{٣} / ث

- يتم الكشف على الترعة فى موسم الجفاف السابق للصيانة ويشمل الكشف تحديد حجم الأتربة وأماكن التسرب .
- يتم تطهير الترع فى فترة الجفاف يدويا وتتم الصيانة فى الجفاف التالى .
- تزال البلاطات المنهارة وتعالج البلاطات التى بها شروخ بالمواد البيتومينية وكذلك تملأ الفواصل الفارغة بالبيتومين المطاطى وإذا كانت السدة لا تسمح بذلك يتم إستخدام خرسانة الرش كتبطين فوق التبطين الحالى وبسمك لا يزيد عن ٥ سم أو الخرسانة البيتومينية بالرش أيضا .

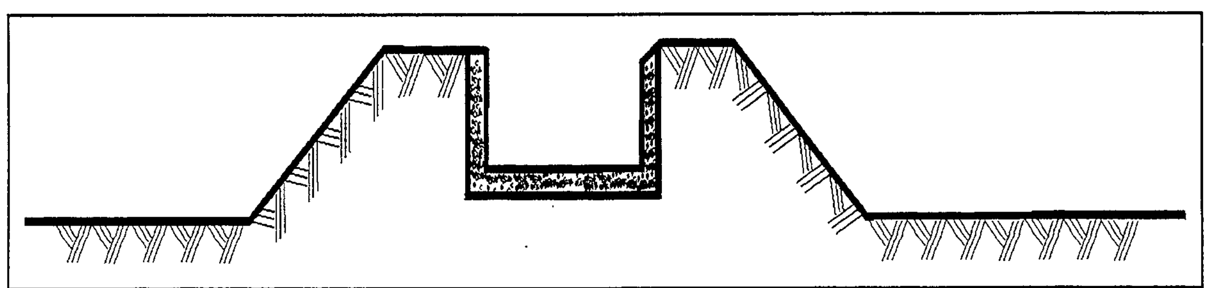
الترع المبطنة الكبيرة بتصرف أكبر من ٥ م^{٣} / ث

- تجرى الميزانية على الترعة لتحديد حجم التطهيرات والتى تتم فى فترة السدة يدويا أو تتم قبل فترة أقصى الإحتياجات بواسطة شفاط خاص للترع المبطنة وخلال فترة الجفاف - ويتم تحديد البلاطات المطلوب تغييرها وكذا الفواصل المطلوب علاجها .
- وفى السدة التالية إذا كانت الفترة قصيرة يتم تغيير البلاطات المنهارة ببلاطات من خرسانة سابقة الصب أما إذا كانت الفترة تسمح يتم ؛إستبدال البلاطات المنهارة ببلاطات مصبوبة فى موقعها وبالنسبة للفواصل يتم علاجها بطريقة مماثلة كما تم إيضاحه فى الترع الصغيرة .

أعمال التطهيرات للمساقى المطورة

المساقى المبطنة المرفوعة

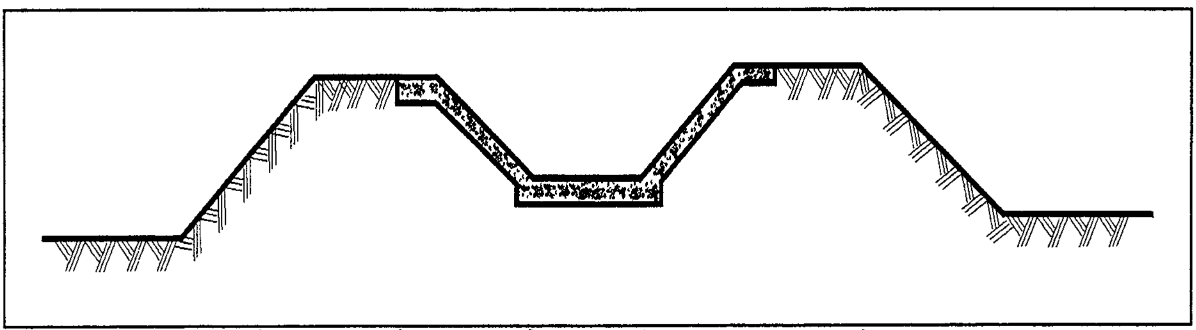
- يتم الكشف على المسقة وتحديد أماكن التسرب والأتربة .
- يتم تطهير الأتربة وإزالة الحشائش .
- يتم إستبدال الخراسانات المتآكلة بأجزاء أخرى سليمة ، كذلك تملأ الفواصل بالمونة ، للأماكن المستبدلة ، كذلك يتم الكشف على باقى الفواصل وتملأ بالمونة .
- يعاد ردم المواقع التى تسربت منها المياه ويتم الردم عليها ودكها .



شكل رقم (٥-٢٧) المساقى المبطنة المرفوعة

المساقى المبطنة بالخرسانة والمرفوعة

- يتم الكشف على المسقى وإزالة الأتربة والحشائش .
- تعالج الخراسانات المنهارة ويعاد صبها .
- تعالج بلاطات التبطين التى بها شقوق بمواد بيتومينية .
- تعالج الفواصل بملئها بمادة البيتومين المطاطى (مثل البولى سلفايد أو ما يماثله) .



شكل رقم (٥-٢٨) المساقى المبطنة بالخرسانة والمرفوعة

المساقى المواسير

- يتم الكشف عن الصمامات وأماكن التسرب من المواسير .
- يتم إستبدال أية صمامات تالفة كذلك المواسير فى الأماكن المتسربة .
- يتم إزالة الأتربة المتسربة فى المواسير بإستخدام طريقة الغسيل وذلك بفتح محبس نهاية المواسير ثم ضغط المياه بها فيتم غسيل الخط وإزالة الأتربة ويعاد غلق المحبس .

عموميات

١ - يلزم توفير ثلاث من الألبومات لكل ترعة ، النسخة الأولى تحفظ فى هندسة المركز والثانية بتفتيش الإقليم والثالثة بالإدارة العامة للرى ، وتوضح على القطاع الطولى للترعة أية تعديلات على الأرانيك سواء لتغيير الزمام أو التركيب المحصولى وتوضح التعديلات بألوان مختلفة على القطاع الطولى .
٢ - يراعى من ضمن أعمال الصيانة إعادة تركيب العلامات الكيلومترية على الترع .
٣ - يراعى أيضا إعادة تركيب حدايد نزع الملكية .
٤ - فى حالة ترميم الجسور يلزم ألا تزيد سمك طبقة الترميم عن ٢٥ سم بعد الدمك والترميم يتم على طبقات .
٥ - إذا إستدعى الأمر أخذ متارب من قاع المجرى فينبغى ألا تزيد عمق المتربة عن ٣٠ سم .
٦ - ستكون الأتربة المستخدمة للترميم خالية من الحشائش والأعشاب أو الأحجار أو المواد العضوية ومتجانسة بقدر الإمكان .
٧ - يتم إزالة ما يعترض أورنيك التشغيل سواء كانت أشجار أو نخيل أو مبانى طوب أو خرسانة عادية أو مسلحة أو دبش أو تشوينات أو قواعد خرسانية أو طبقات جيرية أو صخرية أو زلطية أو خلافه .
٨ - يراعى وضع علامات على قناطر الأفمام والكبارى توضح منسوب أقصى الإحتياجات لعدم تجاوزه .

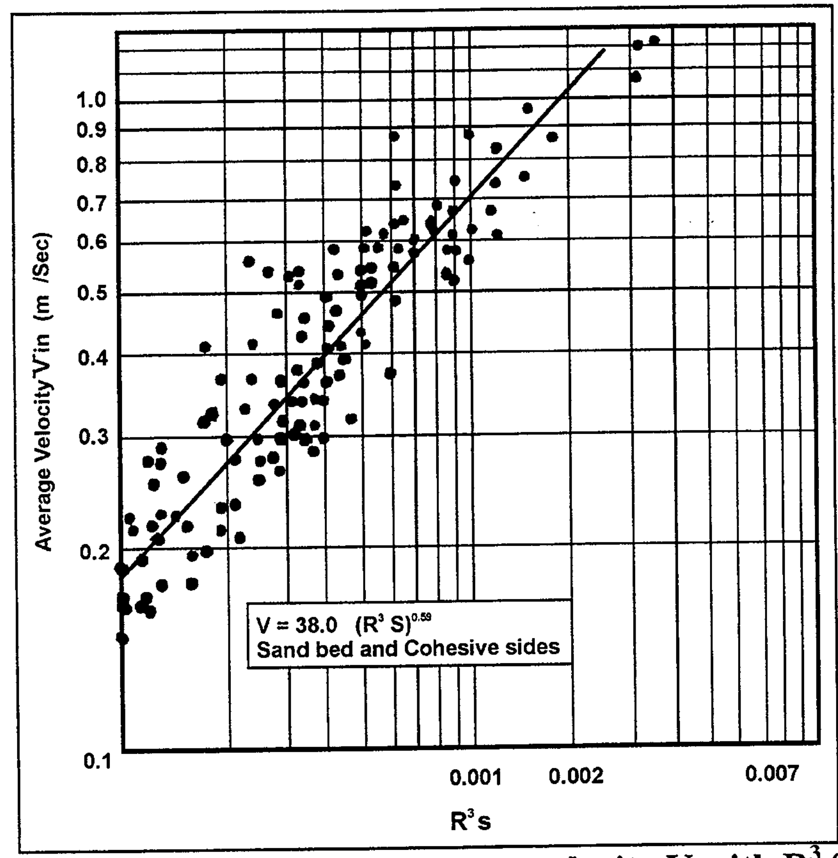


Fig. (5-29) Variation of average velocity V with R^3 S

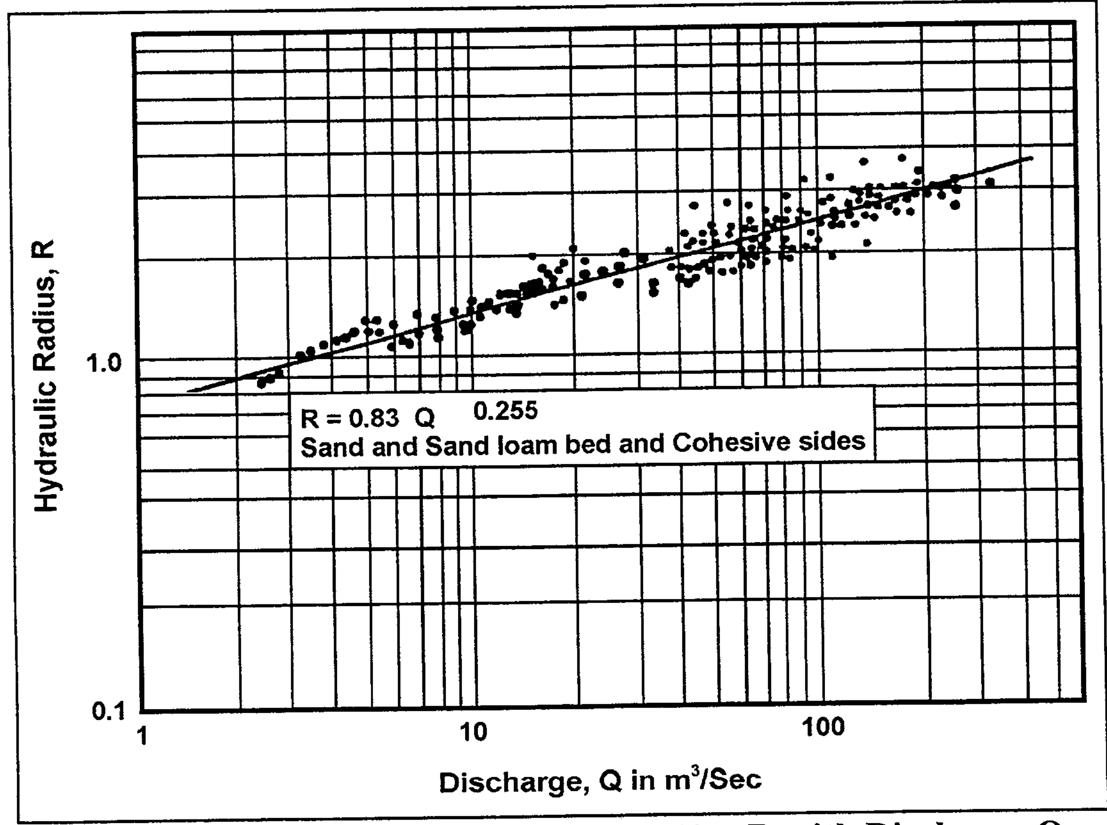


Fig. (5-30) Variation of Hydraulic Radius R with Discharge Q

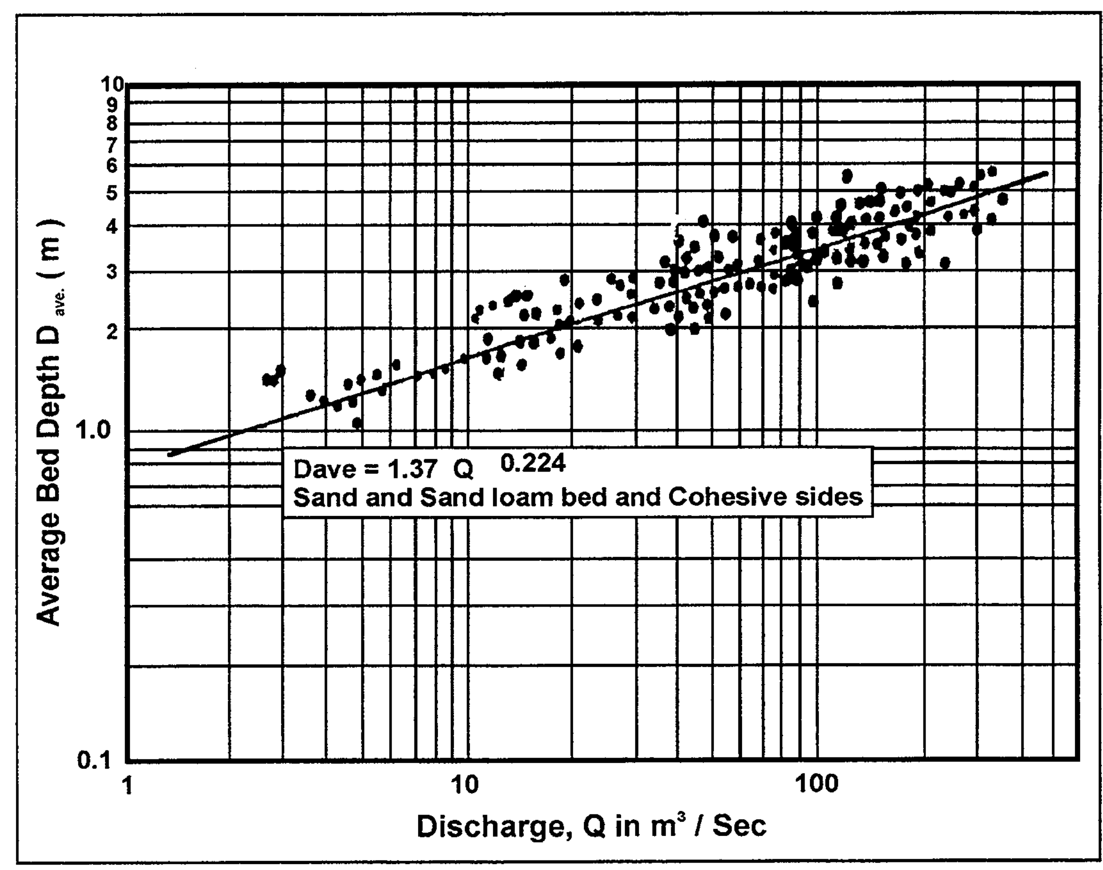


Fig. (5-31) Variation between average bed depth D_{ave} and Discharge Q

٥-٢-٢ أعمال نزع الحشائش وإزالتها

مقدمة :

لم تشكل الحشائش مشكلة خطيرة قبل إنشاء السد العالى ، ولكنها ظهرت كمشكلة بعد إنشائه وقد يرجع ذلك إلى :

- أن حجز الطمى أمام السد العالى وخروج المياه رائقة قد ساعد على تغلغل أشعة الشمس فى المياه وبالتالى سرعة نمو الحشائش الغاطسة وهى التى تسبب أكبر المشاكل .

- كانت نسبة كبيرة من التطهيرات قبل السد العالى تتم باليد لتوفر الأيدى العاملة ولكن بعد إنشاء السد وتناقص العمالة اليدوية لأسباب عديدة ، فقد أدى ذلك إلى الإعتماد بالكامل تقريبا على المعدات الميكانيكية فى أعمال التطهيرات ، ولم يتم العمل بالدقة المطلوبة الأمر الذى أدى إلى توسيع قطاعات الترع بالزيادة عن الأورنيك المطلوب وبالتالى تناقص سرعة المياه الذى أدى إلى سرعة نمو الحشائش .

ويستلزم الأمر إعطاء أعمال نزع الحشائش الأهمية الكاملة للقضاء على السلبيات الناتجة عن نمو الحشائش وهى :

- زيادة فقد المياه بالتبخر وذلك فى حالة الحشائش العائمة حيث أوضحت الدراسات بأن الفقد من مسطحات مغطاه بالحشائش العائمة يبلغ ضعف الفقد من المسطحات المائية العادية .

- زيادة معامل الخشونة فى الترع وبالتالى زيادة الإنحدار فترتفع المياه فى الأحباس الأولى من الترعة وتنخفض فى النهاية أو قد لا تصل للنهاية بما يؤدى إلى إرباك عملية توزيع المياه .

- تشكل الحشائش بيئة غير مرغوب فيها لنمو الآفات والحشرات المسببة للأمراض مثل الملاريا والبلهارسيا .

- قد يؤدى تراكم الحشائش عند الأعمال الصناعية إلى إنهيارها - كما يؤدى أيضا إلى التقليل من كفاءتها

- تعوق الحشائش الوحدات العائمة فى الترع الملاحية .

- تمنع وصول الأكسجين إلى الماء بما يؤدى إلى الإضرار بالثروة السمكية لكل هذه الأسباب يستلزم الأمر إعطاء عملية نزع الحشائش أهمية قصوى .

تعريفـــــات

حشائش عائمة
وهى حشائش لا تصل جذورها لقاع المجرى وأهمها ورد النيل .

حشائش غاطسة
ومعظمها تتصل جذورها بالقاع وأهمها ديل الفرس ونخشوش الحوت .

حشائش شبه مغمورة
مثل النسيلة والبردى والغاب والبوص .

حشائش جرفية
وهى تنمو على ميول المجرى .

مقاومة يدوية
ويتم إزالة الحشائش يدويا بإستخدام المحشة والمنجلة .

مقاومة ميكانيكية
وتتم إزالة الحشائش ميكانيكيا إما بإستخدام الحفارات أو قوارب قص الحشائش أو الحصادات أو الجرارات .

مقاومة بيولوجية
وتتم بإستخدام الأسماك آكلة الحشائش وأهمها سمك المبروك .

صاولة
هى مانع يقام فى نهاية المسافات المملوءة بالحشائش لمنع تسربها للمسافات السليمة .

المعدات المستخدمة

المقاومة اليدوية

- وتستخدم فيها المعدات اليدوية كالمحشة والمنجلة ، ويفضل إستخدام هذه الطريقة فى الترع التى لا يزيد عرض القاع عن ٢ متر وتخضع للمناوبات .

المقاومة الميكانيكية

- وتستخدم فيها المعدات الميكانيكية سواء قوارب قص الحشائش أو الحفارات أو جريدر بسكينة مائلة أو الكراكات العائمة أو الحصادات أو الجرارات كما يلى :

قوارب قص الحشائش

- تستخدم لقص الحشائش الغاطسة وبعض أنواع الحشائش الجرفية .

- تستخدم المقصات ذات الحركة الترددية فى عملية القص .
- تعمل هذه المعدات فى الترع بعرض قاع ٥ متر فأكثر ولا تخضع للمناوبات كما أن عمق المياه بها يناسب غاطس الوحدات وتبلغ إنتاجية الوحدة ٥٠٠ م فى الترع التى يزيد عرض قاعها عن ١٠ متر .

الحفارات

- حفارات ٦٠ حصان تستخدم لإزالة الحشائش فى البرين لترع بعرض قاع ٢ متر أو من بر واحد لترع بعرض قاع ٢ ـ ٥ متر .

- حفارات ٩٠ حصان وذراع بطول من ١٠ ـ ١٢ متر وتستخدم لإزالة الحشائش من ترع بعرض قاع من ٢ ـ ٥ متر من بر واحد أو من البرين لترع بعرض قاع من ٥ ـ ١٠ متر.

- حفارات ١٢٠ حصان وذراع بطول ١٢ ـ ١٦ متر وتستخدم لإزالة الحشائش من ترع بعرض قاع من ٥ ـ ٨ متر من بر واحد أو لترع بعرض قاع من ٨ ـ ١٠ متر من البرين .

الحصادات

- تستخدم لإزالة ونقل الحشائش العائمة وأغلب إنتاجيتها فى مجرى النيل وهى بثلاثة أحجام (حسب السعة) ١٥ م^3 ، ٢٥ م^3 ، ٤٥ م^3 ـ وتقوم برفع الحشائش من المجرى بإستخدام سيور ناقلة وبعدها يتم فرم الحشائش أو ضغطها أو نقلها إلى خارج المجرى .

الجرارات :

- وتستخدم جرارات بعجل كاوتش بقدرة حوالى ٨٠ حصان ، ويتم إستخدام جرارين لجر سلك مزود بخطاطيف ، ويسير الجراران متوازيان فى إتجاه المياه لحش الحشائش من جذورها ، ولكن يستلزم الأمر عدم وجود أشجار فى طريق الجرارين .

الكراكات العائمة

- وتستخدم لإزالة الحشائش العائمة من مجرى النيل .

جريدر بسكينة مائلة

- ويستخدم لإزالة الحشائش الجرفية

المقاومة البيولوجية

- وتتم هذه الطريقة بإستخدام الأسماك آكلة الحشائش ، ولا تستخدم هذه الطريقة فى الترع التى تخضع للمناوبات ، ويتم إنتاج الأسماك فى مفرخات (أصبعية) ثم تنقل إلى الترع فى أوائل فصل الربيع ـ حيث تكون الحشائش فى أول نموها ، ولا تؤدى تلك الطريقة لأى نتائج أيجابية فى حالة إلقاء الأسماك بعد تكاثف الحشائش ويلزم توفر الشروط التالية ـ بالإضافة إلى الشرط المذكور سابقا :

ـ لا تخضع الترعة للمناوبات .
ـ لا يقل عمق المياه فى الترعة عن ١ متر .
ـ خلو مياه الترعة من الملوثات .

وبإعتبار أن متوسط وزن السمكة المناسبة لأعمال مقاومة الحشائش هو ٢٥ جم (وتسمى السمكة إصبعية) فإن المعدل المطلوب إلقاؤه للفدان (مسطح مائى) هو من ٤٢ كجم إلى ٥٠,٤٠ كجم أى من ١٦٨٠ سمكة إلى ٢٠٢٠ سمكة لكل فدان مسطح مائى .

خطة المقاومة

- يبدأ موسم زيادة وسرعة نمو الحشائش فى أوائل فصل الربيع أى فى أوائل شهر مارس نتيجة إرتفاع درجات الحرارة بما يساعد على سرعة نمو الحشائش ، ويتزامن هذا الموسم مع موسم زراعة القطن لذلك يلزم أن تكون الترع نظيفة وخالية من الحشائش التى تعوق سريان المياه حتى لا تحدث إختناقات قد تؤدى إلى التأخير فى زراعة القطن ، كما يجب أن تستمر أعمال نقاوة الحشائش والصيانة حتى شهرى يونيو ويوليو وهما شهرى أقصى الإحتياجات بما يستلزم ضرورة نظافة الترع خلال هذين الشهرين لإستيعاب أقصى الإحتياجات ويلزم تجهيز خطة مقاومة الحشائش بحيث تكون الترع نظيفة تماما قى أوائل شهر مارس وتجهز الخطة سواء على مستوى الهندسة أو التفتيش أو الإدارة العامة على هذا الأساس كما يلزم التنسيق بين الإدارات العامة لنظافة الترع الرئيسية التى تخدم أكثر من إدارة عامة ، وتستمر أعمال النقاوة والنظافة والصيانة خلال الفترة من مارس حتى شهرى يونيو ويوليو وتجهز الخطة على أساس ما يلى :

- ترع تخضع للمناوبات وبعرض قاع حتى ٢ متر ، وتتم إزالة الحشائش بها يدويا وإذا لم يتيسر ذلك تزال الحشائش ميكانيكيا .

- ترع تخضع للمناوبات وبعرض قاع أكبر من ٢ متر حتى ٥ متر تتم إزالة الحشائش بها ميكانيكيا بالحفارات .

- ترع لا تخضع للمناوبات وبعرض قاع أكبر من ٥ متر ، تتم إزالة الحشائش الغاطسة بها بقوارب قص الحشائش والحشائش العائمة بالحصادات .

- إذا تكاثرت الحشائش الغاطسة بالترع المذكورة فى أوائل شهر مارس يتم إزالتها بإستخدام الجرارات والسلك (بشرط عدم وجود أشجار فى طريق الجرارات) وذلك لسرعة هذه الطريقة وجدواها .

- إذا كانت الترع المذكورة غير كثيفة الحشائش فيتم إلقاء أسماك آكلة الحشائش بها بعد السدة وإلا تزال الحشائش منها ثم تلقى الأسماك بها نظرا لعدم جدوى الأسماك فى الترع متى تكاثفت الحشائش بها .

- وبالنسبة للترع التى لا تخضع للسدة الشتوية مثل الإسماعيلية ـ المحمودية ـ بور سعيد ـ السويس فيفضل إستخدام أسماك المبروك فيها لأعمال المقاومة .

- وبالنسبة للترع الرئيسية لأكثر من إدارة عامة وإذا إتضح عدم جدوى الجرارات والسلك لأعمال المقاومة وخاصة فى أوائل شهر مارس فيفضل قفل الترعة لمدة تتراوح بين ٢٤ ـ ٧٢ ساعة وخلال الفترة المذكورة يتم إزالة الحشائش يدويا (متى توفرت العمالة الكافية) .

عموميات

١ - يلزم عمل صاولات فى نهاية المسافات المملوءة بالحشائش لمنع تسربها إلى المسافات السليمة وخصوصا أثناء فترة العمل فى إزالة الحشائش .

٢ - يلزم توفير حفارات أمام الأعمال الصناعية خلال فترة الإزالة وذلك لرفع الحشائش المتسربة أولا بأول ومنع تراكمها أمام الأعمال الصناعية حتى لا تؤدى إلى تقليل كفاءة العمل أو إنهياره .

٣ - يلزم حرق حشائش ورد النيل بعد إزالتها ورفعها إلى المساطيح وجفافها حتى لا تؤدى إلى تجدد الإصابة .

٤ - بعد إتمام نظافة الترع من الحشائش تبدأ أعمال النقاوة والصيانة كما يلى :

(١) بالنسبة للترع حتى عرض قاع ٢ متر تنزع الحشائش وتزال سواء غاطسة أو عائمة بالعمالة اليدوية بحيث يخصص لكل مسافة معينة عامل يتولى نظافتها بإستخدام شوكة .

(٢) بالنسبة للترع من عرض قاع ٢ متر إلى ٥ متر يتولى النظافة عمالة يدوية حسب المبين فى الفقرة السابقة ولكن لكل بر ومسافة معينة عامل .

(٣) وبالنسبة للترع ذات التصرف المستمر وعرض قاع أكبر من ٥ متر تقوم بمهام الصيانة قوارب قص الحشائش وأسماك المبروك .

٥-٢-٣ أعمال ردم البيارات وتكاسى الميول

أعمال ردم البيارات

يتعرض المجرى المائى خلف القناطر لنحر بالقاع وتهايل الميول نتيجة للمياه المتدفقة من العيون وتتكون فجوة فى قاع المجرى وقد تمتد إلى الميول وذلك فى الخلف وتتزايد فى الحجم والعمق وتتحرك مقتربة من الفرش ، وما لم توقف حركة البيارة وإقترابها من الفرش ، فإن ذلك يؤدى إلى إنهيار الفرش ويلى إنهيار الفرش إنهيار القنطرة .

<u>تعريفات</u>

الخط الحرج

هو خط يبدا من نهاية فرش القنطرة وبميل ٥ / ١ ويلزم معالجة البيارة إذا تجاوزت هذا الخط .

الفلتر

زلط متدرج معبأ فى أجولة من الخيش وتكون الأجولة طبقة بسمك ٥٠ سم ولا يزيد عن ١ / ٥ إرتفاع البيارة ويرص الفلتر على قاع البيارة بواسطة غطاسين .

دبش

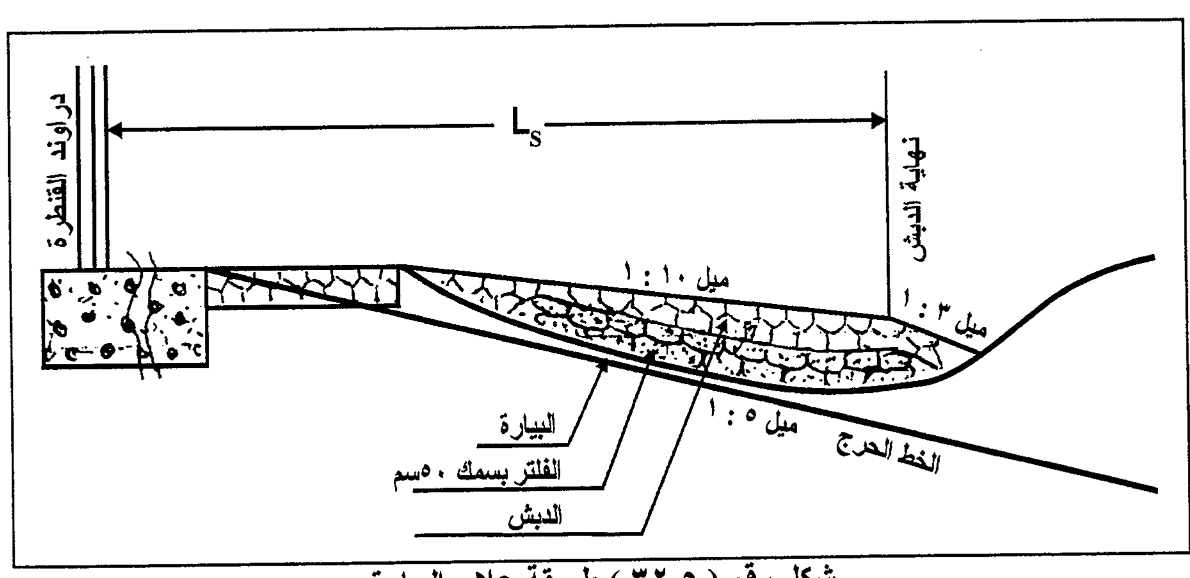
أحجار من محاجر معتمدة وذات مواصفات خاصة من ناحية قابلية الإمتصاص للمياه والوزن النوعى للأحجار ووزن وأبعاد القطعة الواحدة وكذا الخلو من التسويس والعروق الطفلية والمواد العضوية الغريبة.

جهاز جس صوتى

جهاز لتحديد الأعماق بما يمكن من رسم شكل البيارة فى حالة الأعماق الكبيرة .

طريقة علاج البيارة

- يتم تحديد ورسم شكل البيارة إما بإستخدام الميزان والقامة والجس وعمل قطاعات طولية وعرضية وذلك فى فترة السدة الشتوية ، وأما فى حالات الترع التى لاتخضع للسدة الشتوية (الإسماعيلية ـ المحمودية) فيتم عمل القطاعات بإستخدام الجس الصوتى .
- بعد تحديد شكل البيارة يتم تحديد أعمال الحماية المطلوبة حسب الأورنيك الموضح .
- يراعى أن يكون الزلط المستخدم فى الفلتر متدرجا وحتى مقاس ١٠ سم ومعبأ فى أجولة سليمة من الخيش .
- أما الدبش فيكون من محاجر معتمدة وأن تقل قابلية الإمتصاص عن ٧٪ والوزن النوعى لا يقل عن ١,٧ طن / م^{3} ولا يقل وزن القطعة الواحدة عن ٥٠ كجم وبعد القطعة عن ٣٠ سم ويكون الدبش خاليا من التسويس والبقع والعروق الطفلية والمواد العضوية الغريبة .
- يتم رص الأجولة المملوءة بالزلط (الفلتر) على قاع البيارة بواسطة الغطاسين حسب الأورنيك المقرر .
- بعد نهو رص الفلتر يتم رمى الأحجار مباشرة لإستكمال الأورنيك المقرر .
- فى السدة الشتوية التالية يراعى عمل قطاعات للتأكد من ثبات الأحجار وإلا تستكمل حسب الأورنيك .



شكل رقم (٥-٣٢) طريقة علاج البيارة

$$L_s = 18 \times C \times \sqrt{\frac{H}{13} \times \frac{q}{75}}$$

C = 18

H = max. head

$$q = \frac{Q}{L} \text{ where } L = 4.75Q^{\frac{1}{2}}$$

وتؤخذ L_s حسب المعادلة أوحسب طول البياره أيهما أطول

طريقة الحساب

- يتم قياس الدبش من الرصات بحيث تكون مواقع الرصات مستوية تماما ويتم قياس الرصات بواسطة المهندس .
- أما الزلط فيحدد حجمه من الرصات ثم يعبأ فى أجولة تحت ملاحظة المهندس وترمى الأجولة تحت إشرافه .
- بعد رص أجولة الفلتر تعمل ميزانية للتأكد من الرص حسب الأورنيك .
- بعد رص الدبش تعمل ميزانية أخرى لتحديد حجم الدبش ومراجعته بالنسبة لحجم الرصات.

أعمال تكاسى الميول

تتعرض ميول الترع لإنهيارات وتآكل الميول لأسباب متعددة ، فتتعرض مسافات خلف الأعمال الصناعية للتآكل نتيجة لسرعة المياه المندفعة من العمل الصناعى ، وكذا المسافات المواجهة للكتل السكنية فإنها معرضة للتآكل نتيجة لسلوكيات الأهالى ، وكذا المسافات خارج منحنيات المجرى ، كما تتعرض الميول للتآكل فى حالة مرور المجرى فى تربة غير متماسكة وكذلك إذا جاورت الترعة مصرفا فهناك إحتمال لإنكشاف خط الرشح بما يستدعى تكسية الميل المجاور للمصرف ، لكل هذه الأسباب يلزم تكسية مواقع التآكل وإعادتها للشكل الأصلى .

تعريفات

دبش

هى أحجار موردة من محاجر معتمدة وذات مواصفات خاصة تناسب أعمال التكاسى .

تكاسى دبش على الناشف

مبانى من الدبش بدون مونة.

تكاسى دبش بالمونة

مبانى من الدبش بالمونة ويشترط أن تحاط الأحجار بالكامل بالمونة .

تحطيب الأحجار
إستعدال الأحجار وإزالة الأجزاء الزائدة وذلك حتى يمكن تشغيلها على أحسن وجه .

القدمة السفلى
تعتبر أساس التكسية فى قاع الترعة

القدمة العليا
نهاية التكسية من أعلى

كحلة بارزة
هى سد جميع عراميس الدبش فى الواجهات بمونة غنية بالأسمنت لمنع وصول المياه إلى داخل المبانى وكذا لإعطائها شكلا هندسيا مناسبا وقد تكون بسمك يتراوح من ١ ـ ١,٥ سم .

كحلة غاطسة
تكون بسمك حوالى ٠,٥ سم .

مقاس هندسى
حساب مكعب الدبش من الطبيعة أى طول × عرض × سمك ـ وعادة يكون سمك مبانى الدبش ٥٠ سم .

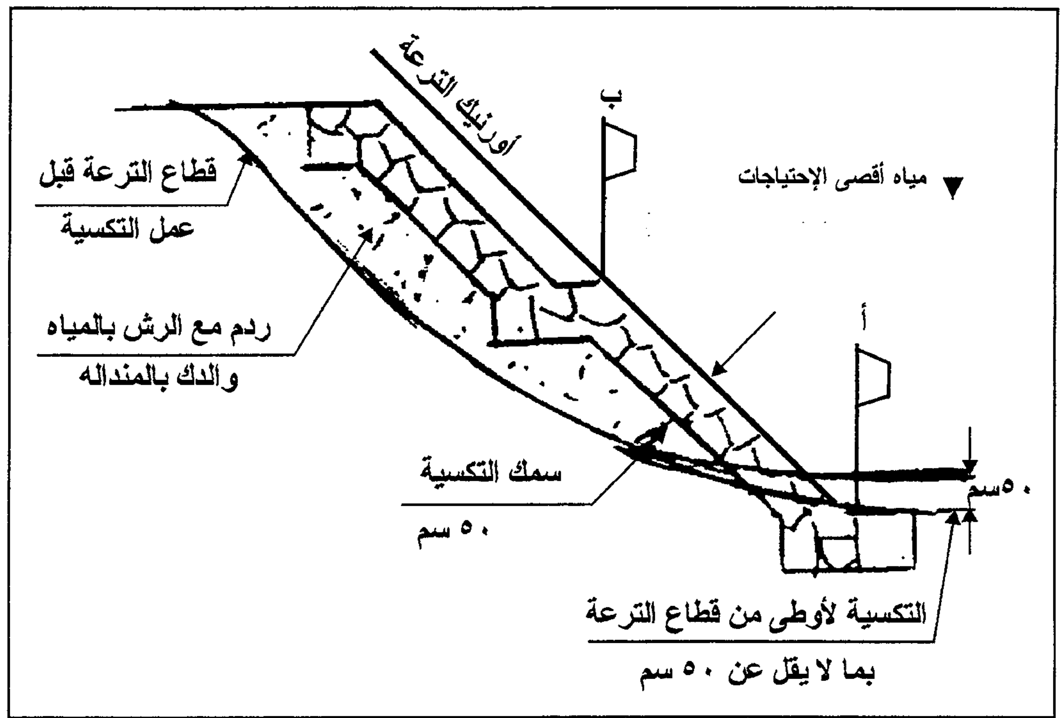
مقاس من الرصات
حساب مكعبات الدبش من الرصات ويستخدم عادة فى حالة رمى الدبش فى بيارات

جابيونات
عمل تكسيات عبارة عن شبكة من البولى إثيلين ذات أبعاد ومواصفات خاصة ومحشوة بكسر أحجار متدرج ثم تفرد الشبكة على ميول الترعة بإستخدام ونش ومركب خاص وتستخدم لتكسية الترع التى لا تخضع للسدة الشتوية .

طريقة بناء الدبش
- تعمل قطاعات فى المواقع المحتاجة لعمل تكسيات مع ربط القطاع بالحدايد .
- يوقع على القطاع أورنيك الترعة .
- يحفر موقع القدمة ويستحسن أن يكون منسوب أعلى القدمة السفلية أوطى من منسوب القاع التصميمى بمقدار ٥٠ سم .
- يكون عرض القدمة كما يلى (إذا كان عرض القدمة الصافى ٠,٥٠ متر)

ميل التكسية	١ : ١	٣ : ٢	٢ : ١
عرض القدمة	١,٢ متر	١,٤ متر	١,٦ متر

أما إذا رؤى زيادة عرض القدمة الصافى إلى ١ متر تزاد الأطوال المذكورة بمقدار ٥٠ سم



شكل رقم (٥-٣٣) طريقة بناء التكسية

- **يكون ميل التكسية كما يلى :**
  فى الأراضى الطينية المتماسكة ١ : ١
  فى الأراضى الصفراء ٣ : ٢
  فى الأراضى الرملية ٢ : ١
- يكون سمك التكسية ٥٠ سم .
- أما إرتفاع القدمة العليا H عن مياه أقصى الإحتياجات فيكون كما يلى (باعتبار أن منسوب القدمة العليا هو منسوب الجسر) :

عرض القاع	إرتفاع القدمة عن منسوب مياه أقصى الإحتياجات
من ١ ـ ٣ متر	٠,٥٠ متر
من ٤ ـ ٥ متر	٠,٧٥ متر
من ٦ ـ ٧ متر	١,٠٠ متر
من ٨ ـ ٩ متر	١,٢٥ متر
من ١٠ ـ ١٥ متر	١,٥٠ متر
من ١٦ ـ ١٩ متر	١,٧٥ متر
٢٠ متر أو أكبر	٢,٠٠ متر

- قبل بناء التكسية يتم الردم خلفها على طبقات بسمك ٢٥ سم بعد الرش بالمياه والدك بالمندالة .

- يلى ذلك تثبيت شـــاخص فى الموقع أ (نهاية القدمة وبداية الميل) وشاخص آخر عند النقطة ب (نهاية الميل) ويشد حبل بين النقطتين محددا التكسية وتؤرنك الميول .

- يبدأ البناء ويراعى فى حالة مبانى الدبش بالمونة ضرورة ملء الفجوات بالمونة ولا يوضع حجر فوق الحجر قبل تغطية الحجر السفلى بكامله بالمونة ، كما يراعى صب المياه على المونة لتمام إمتلاء الفراغات وبعد نهو المبانى يراعى رشها بالمياه لمدة أسبوع .

- تكون مونة المبانى بنسبة ٣٠٠ كجم أسمنت لكل ١ م^{٣} رمل ، أما مونة الكحلة فتكون بنسبة ٧٠٠ كجم أسمنت لكل ١ م^{٣} رمل .

- يبلغ معدل المونة ٠,٣٣ م^{٣} لكل ١ م^{٣} مبانى دبش ، أما معدل مونة الكحلة فهو ٠,٠١ م^{٣} لكل ١ م^{٢} من المبانى .

- ضمانا للتأكد من إستخدام الكمية المقررة من الأسمنت وعدم التلاعب وترك فراغات ، يراعى عد شكاير الأسمنت المستخدمة ومراجعتها أولا بأول بالنسبة لمكعب الدبش الذى تم بناءه أو الكحلة ، وبفرض أن مكعب ما تم بناءه هو س م^{٣}

∴ عدد الشكاير الواجب إستخدامها = س × ٠,٣٣ × ٦

بإعتبار أن عدد شكاير الأسمنت لكل ١ م^{٣} هى ٦ شكاير (أى بنسبة ٣٠٠ كجم / م^{٣}) .
وبالنسبة للأسمنت المستخدم للكحلة وبفرض أن مسطح المبانى هو (ص) م^{٢}

$$\therefore \text{عدد الشكاير الواجب إستخدامها} = \text{ص} \times \frac{١}{١٠٠} \times ١٤$$

بإعتبار أن عدد شكاير الأسمنت لكل ١ م^{٣} مونة للكحلة هو ١٤ شيكارة .

- أما بالنسبة للترع التى لا تخضع للسدة الشتوية فإن الإنهيارات يتم علاجها بإستخدام طريقة الجابيونات ، وتنفذ الجابيونات بشبكة من مادة البولى إيثيلين ذات مواصفات معينة ، تتكون الجابيونات من خلايا بأبعاد ١ × ١ × ٠,٢٥ مترا ومقفلة من جميع الجهات ومحشوة بكسر أحجار أو زلط متدرج من ١٠ ـ ١٥ سم ولا يزيد قطر أكبرها عن ٢٥ سم ، وترتكز الجابيونات على قدمة سفلية مكونة من شبكة من نفس مادة جابيونات الميول ولكن القدمة بسمك ٥٠ سم وعرض ١,١ متر ـ ويتم إنزال وتركيب الجابيونات بواسطة ونش ومركب .

- يمكن تنفيذ أعمال التكسيات على ترع التفريع الثانى خلال المناوبات الشتوية ، أما بالنسبة لترع التفريع الأول والترع الرئيسية فيمكن أن تنفذ التكسيات خلال السدة الشتوية ، أما بالنسبة للترع التى لا تخضع للسدة الشتوية تنفذ فيها التكسيات بطريقة الجابيونات .

عموميات

- يلزم معالجة البيارة فورا دون تأجيل إذا تجاوزت الخط الحرج أو كانت تتحـرك مقتربة من الفرش ، أما إذا كانت البيارة ثابتة فيمكن تأجيل إجراءات العلاج.

- يلزم عمل ميزانية لكل بيارة خلال السدة الشتوية لتقرير العلاج إما فى السدة الشتوية التالية أو فورا حسب الحالة .

- يلزم إستخدام مبانى الدبش بالمونة فى المواقع خلف الأعمال الصناعية وكذا المسافات المجاورة للمصارف (لضمان تغطية خط الرشح) وكذلك الميول المعرضة لضغوط جانبية أى ميول الطرق والسكك الحديدية ، أما التكاسى غير المعرضة لضغوط جانبية فيفضل إنشائها على الناشف مع الكحلة .

- لا يستحسن عمل مبانى دبش بالمونة إذا كان خلفها ردم بسمك كبير لإحتمال هبوط وإنكماش الردم وظهور شروخ فى المبانى وتسرب المياه إليها ثم إنهيارها بعد ذلك ولكن يفضل إنشائها بالدبش على الناشف مع الكحلة .

- يفضل ألا يزيد إرتفاع مبانى الدبش عن ٣ متر فإذا زادت عن ذلك يفضل عمل مسطاح ثم تكمل المبانى بعد ذلك .

٥-٢-٤ أعمال إزالة المعوقات

مقدمة

يتم حساب قطاعات الترع وتحديد كفاءة الأعمال الصناعية عليها تبعا للتصرف خلال فترتى أقصى وأقل الإحتياجات وآخذا فى الإعتبار طبيعة المجرى والتى يعبر عنها بمعامل الإحتكاك ، وتتحدد مناسيب الفتحات المغذية تبعا لمناسيب المياه المقابلة لتصرف أقل الإحتياجات بحيث يكون الضاغط على الفتحات ٢٥سم ، أما مناسيب المياه المقابلة لتصرف أقصى الإحتياجات فتحدد مناسيب المساطيح والجسور وخلوص الأعمال الصناعية وكذا كفاءة تلك الأعمال بما يسمح بإمرار تصرف أقصى الإحتياجات فى حدود الفاقد المقرر (Heading Up) .

ومن الضرورى الإلتزام بمناسيب المياه ، إذ لو تغير إنحدار المياه لأى سبب لأدى ذلك لإختلاف الضاغط على الفتحات فإن زاد منسوب المياه حصلت الفتحة على حصة أكبر من المقرر وإذا نقص حصلت على حصة أقل من المقرر ويؤدى ذلك إلى إرباك الرى .

وتشكل العوائق فى المجرى المائى جانبا كبيرا من أسباب إختلال الإنحدار التصميمى ، وهذه العوائق بخلاف العوائق الموسمية كالحشائش أو الإطماء .

تعريفات

فاقد (Heading up)

هو الفرق بين منسوب أمام وخلف العمل الصناعى وحيث يكون التصرف حرا (دون حجز) ويعبر عنه h .

$$h = \frac{V_A^2}{2g.C^2}\left[\left(\frac{A}{a}\right)^2 - 1\right]$$

حيث

V_A سرعة المياه فى الترعة

C معامل يحدد كما يلى :

ترع عرض قاع أقل من ٢ متر $C = 0.72$

ترع عرض قاع من ٢ ـ ٤ متر $C = 0.82$

ترع عرض قاع أكبر من ٤ متر $C = 0.92$

مساحة القطاع المائى للترعة A

مساحة القطاع المائى فى العمل الصناعى a

ولا ينبغى أن يزيد الفاقد عن ١٠ سم أو الفاقد المقرر حسب القطاع الطولى .

أشكال المعوقات

١ ـ تهايلات من ميول المجرى إلى القاع مكونة شبه سد يعوق سير المياه وترجع أسباب التهايلات إلى مايلى .
- مرور المجرى بمسافة ذات طبيعة غير متماسكة ويؤدى ذلك إلى عدم تماسك الميول وعدم ثباتها .
- تعرض الميول إلى ضغوط جانبية نتيجة لمرور أحمال ثقيلة على الجسر .

٢ ـ إطماء وترسيب تحت الكبارى وداخل الأعمال الصناعية .

٣ ـ توسيع المجرى وترك بعض الفتحات القديمة أو فروشات أعمال صناعية بمنسوب أعلى من الأورنيك الجديد أو تكاسى قديمة بدون إزالة .

٤ ـ وجود أعمال صناعية تسبب فاقد غير مسموح به .

طرق علاج المعوقات

١ ـ فى حالة التهايلات نتيجة لمرور المجرى بطبيعة غير متماسكة فيتم إزالة الإنهيارات ثم تكسية المسافات الضعيفة فى الميول حسب الحالة .
أما إذا كانت التهايلات بسبب الضغوط الجانبية فإذا إتضح عدم كفاءة التكسية يمكن إستبدالها بستائر تدق فى المسافة بحسب الحالة .
وإذا كانت التهايلات بسبب الضغوط المائية يلزم عمل تكسية مع تجهيزها بفلتر ومواسير تخفيف أو بالجابيونات مع الفلتر .

٢ ـ يزال الإطماء والترسيبات أو أى شكل من المخلفات من الأعمال الصناعية خلال السدة الشتوية .

٣ ـ وفى حالة وجود بعض المخلفات القديمة كبقايا الفتحات أو الفروشات القديمة فإذا لم يمكن إزالتها بالكامل تتم الإزالة حتى منسوب أوطى من المنسوب التصميمى بمقدار ٢٥ سم على الأقل .

٤ ـ وفى حالة الأعمال الصناعية التى تسبب فاقد يتجاوز الفاقد المقرر فإما يتم تركيب فتحات مساعدة لتقليل الفاقد وذلك توفيرا للنفقات فإذا لم تكن الفتحات المساعدة كافية يتم إزالة العمل الصناعى وإنشاء عمل جديد بحيث يكون الفاقد من ٥ ـ ١٠ سم إذا كان العمل الصناعى مفتوح حرا .

٥-٢-٥ أعمال الصيانة السنوية للقناطر والكبارى والفتحات

مقدمة

إن الهدف الأساسى من إنشاء القناطر هو التحكم فى مناسيب المياه أمام القنطرة لتغذية الفروع والفتحات الآخذه من الأمام وكذا التحكم فى إمرار التصرفات المناسبة - أما الأهوسة فالهدف منها التحكم فى إمرار الملاحة من الأمام إلى الخلف والعكس ، وتكفل فتحات الرى إمرار التصرفات للزمام المرتب ريه عليها . ويستلزم الأمر الإهتمام بصيانة مكونات تلك الأعمال الصناعية ضمانا لقيامها بوظائفها على الوجه الأكمل - وتنقسم أعمال الصيانة إلى نوعين :

- صيانة وقائية : وهى معالجة الظواهر التى قد تؤدى إلى مشاكل مستقبلية .
- صيانة علاجية : وهى معالجة مشاكل موجودة بالعمل الصناعى .

تعريفات

المراشمة

إزالة طبقات الصدأ التى تغطى الأعمال الحديدية وذلك بهدف الوصول إلى أصل المعدن .

الرماله

آلة لقذف المعدن بالرمال لإزالة الصدأ .

الصاروخ

آلة مزودة بفرشاة معدنية لإزالة الصدأ .

الدراوند

مجرى من الحديد الزهر على شكل (لـــــــا) ويثبت فى بغال القنطرة أو أكتافها وتتحرك فيه البوابات.

الجنزير

سلسلة من الصلب تعلق بها البوابة لتسهيل الحركة إلى أعلى وإلى أسفل وتتكون من حبات كل حبة بطول ١٠ سم .

جاويط

مسار من الصلب لربط الدراوند بالمبانى .

البنز - الطاقية والهون

وهى الأجزاء التى ترتكز عليها بوابات الهويس .

جنابية الهويس
هى مجرى ببغلة أو كتف الهويس ، ويتم عن طريقها ملء أو تفريغ حوض الهويس من المياه بصفة أساسية .

خوخ البوابة
فتحات فى بوابات الهويس وتستخدم بصفة غير اساسية لملىء أو تفريغ حوض الهويس .

مادة إيبوكسية
مواد تستخدم لربط الخرسانة القديمة بالجديدة (كيمابوكسى ١٠٤) وذلك على سبيل المثال ، كما تستخدم أنواع منها لدهان الأجزاء المعدنية لحمايتها من الصدأ مثل (كيمابوكسى ١٣١).

أعمال الصيانة للقناطر والأهوسة والكبارى

أعمال الصيانة للقناطر

الكشف على البوابات ومراشمتها ودهانها
يتم الكشف الدورى على البوابات ، فإذا إتضح وجود صدأ على البوابة ، يتم قفل الفتحة بأخشاب الغما وتجفيفها وبإستعمال الرماله أو الصاروخ يتم إزالة طبقة الصدأ تماما ثم تدهن البوابة بمادة الإيبوكسى ١٣١ ، ويتم الدهان وجه أول ثم وجهين بعد ذلك .

الكشف على الدراوندات
إذا إتضح تآكل الدراوند بما يؤثر على حركة البوابة ، فيتم فك الدراوند ثم التأكد من سلامة الجاويط ـ فإذا إتضح عدم سلامة الجاويط يتم فكه ثم تركيب دراوند وجاويط جديدين .

الكشف على الجنازير
يتم الكشف على الجنازير ودهانها حسب الموضح عاليه ، وإذا إتضح عدم تساوى حبات الجنازير أو تآكلها وجب تغيير الجنزير .

الكشف على أوناش الرفع
يتم الكشف عليها وعلاج العيوب الميكانيكية بها وإجراء العمرات لمحركاتها فى حالة الأوناش الميكانيكية.

الكشف على جسم القنطرة وفرشها
يحتاج الأمر بالنسبة للقناطر القديمة وخصوصا التى إستخدم فى بنائها كمادة رابطة الجير والحمرة ، يحتاج الأمر إلى عمل جسات إختبارية فى جسم القنطرة وفرشها ودراسة المادة المكونة ومعرفة حالتها ثم إجراء تجارب من خلال هذه الأخرام لتحديد معامل نفاذية المادة المكونة وذلك تحت ضغط معين ، فإذا أوضحت التجارب زيادة معامل النفاذية عن الحدود المقررة يتم تحديد نسبة الأسمنت اللازمة للحقن وبناء على ذلك يتم حقن الأكتاف والبغال والفرش بمخلوط الماء والأسمنت تحت الضغط المناسب وطبقا لبرنامج الحقن الذى يصمم لهذا الغرض .

علاج الشروخ فى القناطر القديمة

يتم دراسة أسباب الشروخ فإذا إتضح سلامة الفرش وأن الشروخ لا ترجع إلى هبوط فى الفرش ، فيتم علاج هذه الشروخ وذلك بوضع أسياخ حديد عالية الإجهاد عموديا على الشروخ ثم التحبيش عليها بالمونة المضاف إليها المادة الإيبوكسية ثم عمل أخرام على جانبى الشروخ وحقنها بالمونة الأيبوكسية .

وعادة ما يتم الكشف الدورى على القناطر الرئيسية على النيل طول العام وكذا أعمال الصيانة - أما بالنسبة للقناطر على الترع الرئيسية فيجرى الكشف خلال السدة الشتوية وتجرى أعمال الصيانة فى السدة الشتوية التالية إلا إذا ظهرت عيوب تحتاج لعلاج سريع فتجرى خلال فترة اقل الإحتياجات .

أعمال الصيانة للأهوسة

إذا إتضح وجود عيوب فى بنوز وأهوان بوابات الهويس بما يعوق حركة البوابة أو عدم إنتظامها أو ميلها ، أو إتضح وجود تسرب كبير من المياه خلال البوابات أو حدث تصادم من وحدة ملاحية بالبوابة ، فإنه يلزم فى الحالات المذكورة إجراء عمرة للهويس (إذا تعذر الإصلاح بدون عمرة) ويتم إجراء العمرة بعد الإتفاق مع الجهات المستخدمة للهويس (هيئة النقل النهرى - السياحة) ويتم خلال العمرة إجراء الأعمال التالية :

- الكشف على بنوز وأهوان وطواقى البوابات وفك التالف وتركيب البديل .
- الكشف على صاج البوابات وإزالة الصدأ وتغيير الكمر العرضى والطولى إذا لزم الأمر ثم دهان البوابات بالبوية الأيبوكسية .
- الكشف على بوابات الجانبيات وكذا الكشف على خوخ البوابات والمراشمة والإصلاح .
- الكشف على غرفة التحكم إن وجدت وإصلاح ما يلزم منها .
- الكشف على مبانى الهويس سواء البغال أو الأكتاف والعلاج حسب المبين فى مبانى القناطر .
- تطهير الحوض من الطمى المترسب وكذا تطهير أمام الحوض إذا لزم الأمر .
- إصلاح التكاسى سواء فى الأمام أو الخلف .

وعادة ما تجرى العمرة كل ٣ - ٤ سنوات : إلا إذا حدث إصطدام بإحدى البوابات وتعذر الإصلاح بالغطاسين حينئذ يلزم إجراء العمرة .

وبالنسبة للأجزاء تحت المياه فيتم التصوير للقناطر الرئيسية على النيل كل سنة أما القناطر الكبرى على الرياحات وأفمام الترع الرئيسية فيتم التصوير كل سنتين وذلك لإيضاح حالة الفرش وكذا المبانى والبيارات التى سبق إيضاح طرق علاجها .

أعمال الصيانة للكبارى

تتعرض أجزاء الكبارى نتيجة للظروف الجوية للتآكل مثل الدراوى ، وكذا تتعرض الطبقة السطحية للتآكل نتيجة لحركة المرور ، كما تتعرض الكمرات أو البلاطات للتآكل فتسقط طبقة الغطاء ويصدأ حديد التسليح وذلك بالنسبة للكبارى الخرسانية ، أما بالنسبة للكبارى الخشبية تتآكل طبقة الأرضية أو تتعرض لصدأ الكمرات الحديدية - وفيما يلى الإجراءات المطلوبة للصيانة :-

الكبارى الحديدية

- يتم مراشمة الكمرات الحديدية وإزالة طبقة الصدأ وذلك بالنسبة للكمرات السليمة أما الكمرات المتآكلة فيتم تغييرها وباقى الكمرات السليمة يتم دهانها بالبوية الأيبوكسية .
- يتم إزالة طبقة الأرضية المتآكلة وتركيب طبقة سليمة ثم دهانها .
- مراشمة ودهان الدرابزين المكون من زوايا حديدية .

الكبارى الخرسانية

- يتم إزالة طبقة الأرضية المتآكلة (من الخرسانة الفينو) ثم دهان السقف وكذا باقى جوانب الأرضية السليمة بالمادة الايبوكسية الرابطة مثل (كيمابوكسى ١٠٤) وذلك لضمان ربط الخرسانة الفينو الجديدة بالسقف وباقى الأرضية .

- وبالنسبة للكمرات المتآكلة يلزم تكسير الغطاء ثم إزالة طبقة الصدأ على حديد التسليح ثم دهانه بالمادة الإيبوكسية المانعة للصدأ (كيمابوكسى ١٣١) ثم يدهن سطح الخرسانة بالمادة الأيبوكسية الرابطة ثم يعاد عمل طبقة الغطاء وذلك فى حالة عدم تآكل حديد التسليح ، أما فى حالة الحاجة إلى إضافة حديد تسليح جديد بدلا من المتآكل فيجرى ما يلى :
١ ـ تنظيف الأسطح جيدا ويزال الحديد المتآكل .
٢ ـ يضاف حديد التسليح البديل ويعمل ثقوب بعمق فى الكمرة العرضية بقطر يزيد بمقدار من ٢ ـ ٤ مم عن قطر الحديد الجديد وتكون الثقوب بعمق من ٥ ـ ٧ قطر الحديد الجديد ـ وتملأ الثقوب بمادة (كيمابوكسى ١٦٥) ثم يركب الحديد فى الثقوب ثم يدهن بمادة الكيمابوكسى الرابطة (كيما بوكسى ١٠٤) ثم يعمل الغطاء بعد ذلك .
يجب التأكد من وجود لافتة الحمولة لكل كوبرى وإعادة تركيبها فى حالة فقدها وإعادة الكتابة إذا كانت مطموسة

الكبارى الخشبية

- يتم فك الأربطة الخشبية تمهيدا لإصلاح ودهان المكونات الحديدية .
- بعد إصلاح المكونات (إذا إستدعى الأمر) يتم إزالة بقايا الدهان القديم بإستخدام الرمالة أو الصاروخ .
- وبالنسبة للأعمدة الحاملة للكوبرى فإذا كانت مكونة من مواسير صلب مملوءة بالخرسانة فإنه يلزم حقن تلك المواسير بالأسمنت لمعالجة الخرسانة إذا كانت قد تعرضت للتحلل والتفكك .
- وبعد حقن الأعمدة يتم دهان المكونات الحديدية حسبما توضح فى كيفية دهان الأعمال الحديدية .
- ثم يتم تركيب أخشاب الأرضيات بعد إستبدال الأجزاء التالفة بأخرى جديدة من نفس نوع الخشب الأصلى ويلى ذلك دهان الأخشاب بالدهان المناسب .

الكبارى العقود

- سيكون الإصلاح بنفس الخطوات الموضحة فى صيانة القناطر القديمة (علاج الشروخ فى القناطر القديمة) .

أعمال الصيانة لفتحات الرى

يتم الكشف على بوابات الفتحات ومراشمتها ودهانها حسبما توضح بالنسبة للأعمال الحديدية وقد يحتاج الأمر إلى تغيير الفتيل وإستعداله وكذا إستعدال البوابة ضمانا لسهولة التشغيل وتتم هذه الأعمال خلال السدة الشتوية أو أدوار القفل إذا إستدعى الحال ذلك .

٥-٢-٦ تنظيم عمليات التراخيص على المساطيح وإزالة المخالفات

مقدمة

- تتعرض منافع الرى والصرف لإعتداءات الأهالى وذلك بإقامة منشآت ثابتة عليها أو الحفر فى المساطيح وأخذ أتربة منها أو قطعها (وكذلك أخذ أتربة الجسور) وتؤدى هذه الأعمال إلى إعاقة سير المعدات الخاصة بالصيانة وكذا إعاقة تشوين ناتج التطهير وإزالة الحشائش فضلا عن إعاقة عمليات توسيع مجارى الرى إذا إستدعى الأمر ذلك .

- وتنظيما لتلك الأعمال فقد نصت المواد ٣ ، ٤ من قانون الرى والصرف على ضرورة الحصول على تراخيص الوزارة فى حالة إقامة أى أعمال سواء بمعرفة الأهالى أو الجهات التى تعهد إليها الوزارة بالإشراف على أى جزء من الأملاك العامة ذات الصلة بالرى والصرف .

- وترخص الوزارة بشغل المنافع لتشوين مهمات أو لأغراض إجتماعية كإنشاء النوادى أو تجميل الموقع بإقامة متنزهات وحدائق الزينة الخاصة ، كما يلزم ايضا الحصول على ترخيص الوزارة فى حالة إقامة منشآت على الأملاك الخاصـــة داخل جســـور النيل أو جســـور الرياحات والترع (فقرة أ ، ب من المادة ١ من قانون الرى والصرف) بشرط عدم إقامة منشآت ثابتة على منافع الرى ، ويتضمن الترخيص فى مثل هذه الحالات ضرورة إزالة المنشآت غير الثابتة إذا إستدعت أعمال الصيانة أو التوسيع ذلك ، كما ترخص الوزارة أيضا بالتصرف فى ناتج التطهير (وهى الأتربة الزائدة عن الأرانيك) ، بشرط إستخدام الأتربة فى الأغراض الزراعية والإنشائية ، فأما الأغراض الزراعية فهى إستخدام الأتربة لإعادة الأراضى المجرفة إلى طبيعتها قبل التجريف وذلك بالنسبة للأراضـى القديمـة وأمـا بالنسبة للأراضـى الجديـدة فتستخدم التربة لعمليات الإستصلاح ، وبالنسبة للأغراض الإنشائية فتستخدم الأتربة لخدمة مشروعات الدولة فقط ، وعمليات الترخيص من قبل الوزارة هى إجراءات وقائية وتنظيمية يستهدف بها المحافظة على المساطيح بما يمكن من الإستفادة منها للقيام بوظيفتها وكذا تجميلها وفى نفس الوقت تحقيق أى فائدة يرجوها المنتفعون من هذه المنافع دون الإضرار بها وعلى أن يسدد المنتفع مقابل الإنتفاع المقرر .

تعريفات

الأملاك العامة ذات الصلة بالرى والصرف

أ - مجرى النيل وجسوره وتدخل فى مجرى النيل جميع الأراضى الواقعة بين الجسور ويستثنى من ذلك كل أرض أو منشأة تكون مملوكة ملكية خاصة للدولة أو لغيرها .

ب - الرياحات والترع العامة والمصارف العامة وجسورها وتدخل فيها الأراضى والمنشآت الواقعة بين تلك الجسور ما لم تكن مملوكة ملكية خاصة للدولة أو لغيرها .

ج - المنشآت الخاصة بموازنة مياه الرى والصرف أو وقاية الأراضى أو القرى من طغيان المياه أو من التآكل .

د - الأراضى التى تنزع ملكيتها للمنفعة العامة أو لأغراض الرى والصرف .

المسطاح
هو جزء من المنافع محصور بين الشارب الأعلى لميل الترعة وآخر الميل الداخلى للجسر .

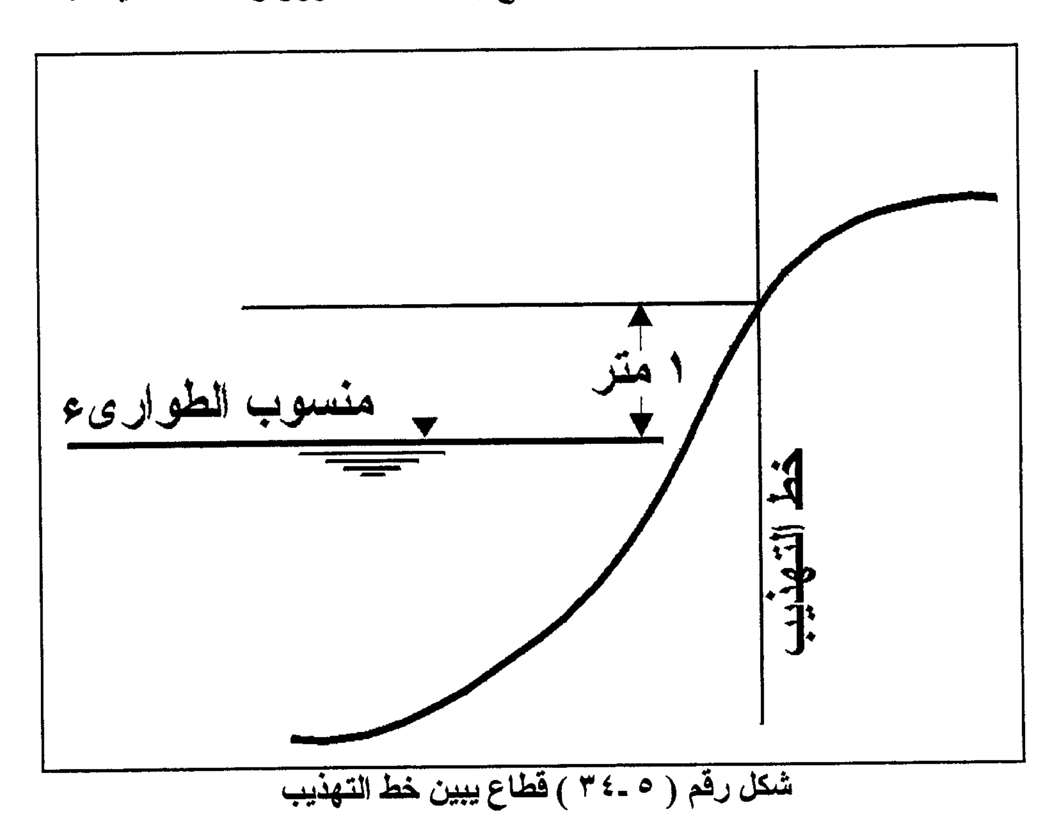
تصرف الطوارىء
هو تصرف ٦٠٥ مليون م^{3} / اليوم عند أسوان .

منسوب الطوارىء
هو منسوب المياه فى الموقع المقابل لتصرف ٦٠٥ م^{3} / اليوم عند أسوان .

خط التهذيب
هو تقاطع منسوب أعلى بمقدار ١ متر عن منسوب الطوارىء مع ميل المجرى (حسب الرسم) ولا يسمح بإنشاء أى مبانى داخل الخط .

مقابل الإنتفاع
هو مبلغ يسدد نظير شغل المنافع العامة ويسدد سنويا .

مسافة التفتيش
هى المسافة المقرر تركها بدون إنشاءات على المسطاح ومخصصة لمرور وحدات الصيانة .



شكل رقم (٥ ـ ٣٤) قطاع يبين خط التهذيب

إجراءات الترخيص
- حددت المادة (٧) من اللائحة التنفيذية لقانون الرى والصرف المرفقات المطلوب تقديمها مع طلب الترخيص الذى سيصدر من مدير عام الرى والمرفقات كما يلى :

- خريطة مقياس ١ : ٢٥٠٠ من ثلاث صور أو رسم شمسى (أى صورة خريطة) موقع علـى واحـدة مـن الأصـل أو الصـورة مـن مهـندس نقـابى وموضـحا علـيها موقـع العمـل المقترح .
- غرض الإنتفاع من العمل المطلوب الترخيص به .
- إيداع تأمين دائم فى حدود ٢٠٪ من قيمة العمل المطلوب الترخيص به بشرط ألا يقل التأمين عن ٢٠٠ جنيه .
- تعهد بسداد مقابل الإنتفاع المقرر .

القواعد المنظمة للترخيص لشغل المنافع
للأغراض الترفيهية ـ الأغراض الإجتماعية ـ المشاتل ـ رسو المراكب السياحية وغيرها

أ ـ بالنسبة للأماكن الخاصة

١ ـ أن تكون الأراضى المطلوب عمل منشأة عليها خارج خط التهذيب .

٢ ـ تعلو الأرض بمقدار ١ متر على الأقل عن منسوب الطوارىء .

٣ ـ تـترك مسـافة ١٠ مـتر مـن الشـارب (فـى حالـة النـيل) ، ٦ مـتر (فـى حالـة الـرياحات والترع) وتترك هذه المسافة للتفتيش .

٤ ـ لا يـزيد إرتفـاع المبـانى عـن منسـوب الرصـيف المسـتخدم لمـرور المشـاة أى رصـيف الشارع .

٥ ـ تنشأ تكسية حجرية فى مواجهة المنشأ .

٦ ـ تحدد طريقة الصرف الصحى وتوافق عليها الوزارة .

ب ـ بالنسبة للأملاك العامة (منافع عامة أو طرح نهر)

تراعى البنود المذكورة عاليه ـ مع إضافة ما يلى :

١ ـ أن يكون المنشأ من مواد سهلة الفك والتركيب .

٢ ـ مساحة المنشأ لا تزيد عن ١٠٪ من جملة مساحة القطعة المرخص بها .

٣ ـ طول المنشأ لا يزيد عن ١٠٪ من طول القطعة .

القواعد المنظمة للترخيص بمشال الأتربة

١ ـ يقتصـر الترخـيص بمشـال الأتـربة للجهـات الحكومـية فقـط وبالنسـبة لقطـاع الأعمـال أو القطاع الخاص فيشترط الحصول على الموافقة الشخصية لوزير الزراعة أو من يفوضـه.

٢ ـ يحدد أورنيك المشال بحيث لا يتجاوزه المرخص إليه .

القواعد المنظمة للترخيص لشغل المنافع للتشوينات

• يجوز الترخيص بشغل المنافع لتشوين المهمات والمواد حسب الفئات الواردة باللائحة التنفيذية لقانون الرى والصرف وبعد الحصول على الترخيص حسب المبين .

المراجع

١ ـ مذكرات من أعمال المنافع العامة الكبرى التى تمت بمصر منذ أقدم العصور حتى عام ١٨٧٢ (ليناان دى بلفون) ١٩٤٩ .

٢ ـ نهر النيل فى المكتبة العربية (محمد حمدى المناوى) ١٩٦٦ .
٣ ـ علم الرى (حسين سرى بك) ١٩٣٣ .
٤ ـ قانون الرى والصرف رقم ١٢ لسنة ١٩٨٤ .

5- Strategy Paper for Channel Maintenance for Nile River and Channels (1992).

6- Irrigation and Water Power Engineerin, B.C Punmia (1972).

7- Irrigation Engineering Canals and Barrages, Serge Leliavsky (1965).

٨ ـ عقود وزارة الأشغال (لأعمال الصيانة) .
٩ ـ القرارات الوزارية الخاصة بتنظيم التراخيص على مساطيح المجارى المائية .
١٠ ـ تصميم الترع الترابية المتزنة ـ معهد بحوث صيانة الترع والمصارف ومقاومة الحشائش نوفمبر ١٩٩٢ .

الباب السادس
إدارة وهيدرولوجيا السيول

على الرغم من أن معظم أنشطة وزارة الموارد المائية والرى تتركز بصورة رئيسية على نهر النيل والترع والقنوات المتفرعة منه ، إلا أن مجالات عمل الوزارة تمتد إلى العديد من المصادر غير التقليدية للمياه . وتعد مياه السيول الناجمة عن تركز مياه الأمطار التى تسقط بشدة على بعض المناطق ، إحدى مصادر المياه التى تدخل فى نطاق عمل الوزارة . ولهذا فقد تم تخصيص هذا الجزء من الكود المصرى للموارد المائية لتحديد القواعد والأسس الفنية التى يلزم إتباعها عند التعامل مع مياه السيول .

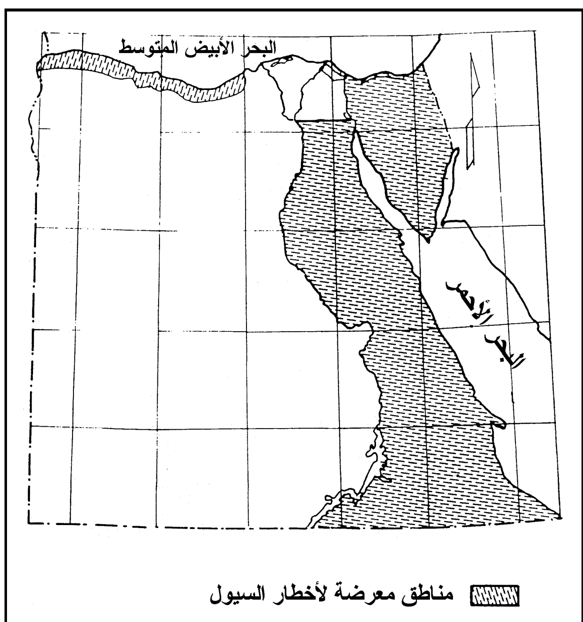
٦-١ إعتبارات عامة يجب إتباعها عند التعامل مع السيول

٦-١-١ المناطق الأكثر عرضة للسيول بمصر

لقد ثبت بناء على الملاحظات المتكررة تعرض العديد من المناطق بمصر ، وبخاصة المناطق الصحراوية ، لأخطار السيول وذلك على فترات متباعدة نوعا . ولعل تباعد فترات حدوث السيول هو العامل الرئيسى الذى يعطى إنطباعا زائفا بالأمان . ويوضح الشكل رقم (٦ - ١) المناطق التى ثبت تعرض أجزاء منها لأخطار السيول على مدار السنوات السابقة ، وهذه المناطق هى بالتحديد :

- الساحل الشمالى فى المنطقة الواقعة إلى الغرب من مدينة الإسكندرية .
- شبه جزيرة سيناء بالكامل .
- الصحراء الشرقية فى المنطقة الواقعة جنوب طريق القاهرة - الإسماعيلية الزراعى ، والممتدة حتى حـــدود مصر الجنوبية ، وذلك بكامل المنطقة الممتدة بين النيل غربا إلى البحر الأحمر شرقا .

ويجب على المهندس الإلتزام بإتباع مجموعة من القواعد الأساسية للتعامل مع السيول عند إقامة أو دراسة أى من المنشآت فى هذه المناطق.



شكل رقم (٦ - ١) المناطق الأكثر عرضة لأخطار السيول بجمهورية مصر العربية

٦-١-٢ القواعد الأساسية للتعامل مع مناطق السيول
يجب على المهندس إتباع الخطوات التالية :

أ - التعرف على مواقع مخرات السيول بالمنطقة وكذلك تحديد المناطق المعرضة للغمر أثناء السيل ويتم ذلك عن طريق إحدى أو كل الوسائل التالية :
- سؤال الأهالى أو البدو المقيمين بالمنطقة وبخاصة المعمرين منهم .
- دراسة الخرائط الطبوغرافية المتاحة من هيئة المساحة أو المساحة العسكرية.
- الزيارات الميدانية للتعرف على حجم الرواسب بالمنطقة ووجود النباتات الصحراوية وتغيرها من موقع لآخر .

ب - فى حالة التأكد من إمكانية تأثر الموقع المقترح لأحد المنشآت بأخطار السيول ، يفضل نقل المنشأ لأحد المواقع الأكثر أمنا إن أمكن ذلك .

ج - فى حالة تعذر تغيير الموقع ، أو فى حالة وجود منشآت بالفعل فى منطقة معرضة للسيول ، فإنه يجب عمل دراسات تفصيلية خاصة بالحماية من السيول .

٦-١-٣ عناصر دراسات السيول
يجب أن تحتوى أى دراسة خاصة بالسيول على شقين مختلفين ولكنهما متكاملين وهما بالتحديد :

أ - دراسات بهدف تحديد الخواص الهيدروليكية للسيل ، وتتكون هذه الدراسات من مجموعة من الحسابات الهيدروليكية بهدف تقدير عمق مياه السيل ، وسرعتها بالإضافة إلى تقدير كمية المواد الرسوبية المحمولة مع مياه السيل. ويتم ذلك عن طريق دراسة مناخ وطبوغرافية وجيولوجية المنطقة المحيطة بالإضافة إلى إجراء بعض التحاليل لتحديد خواص الطبقة السطحية من التربة.

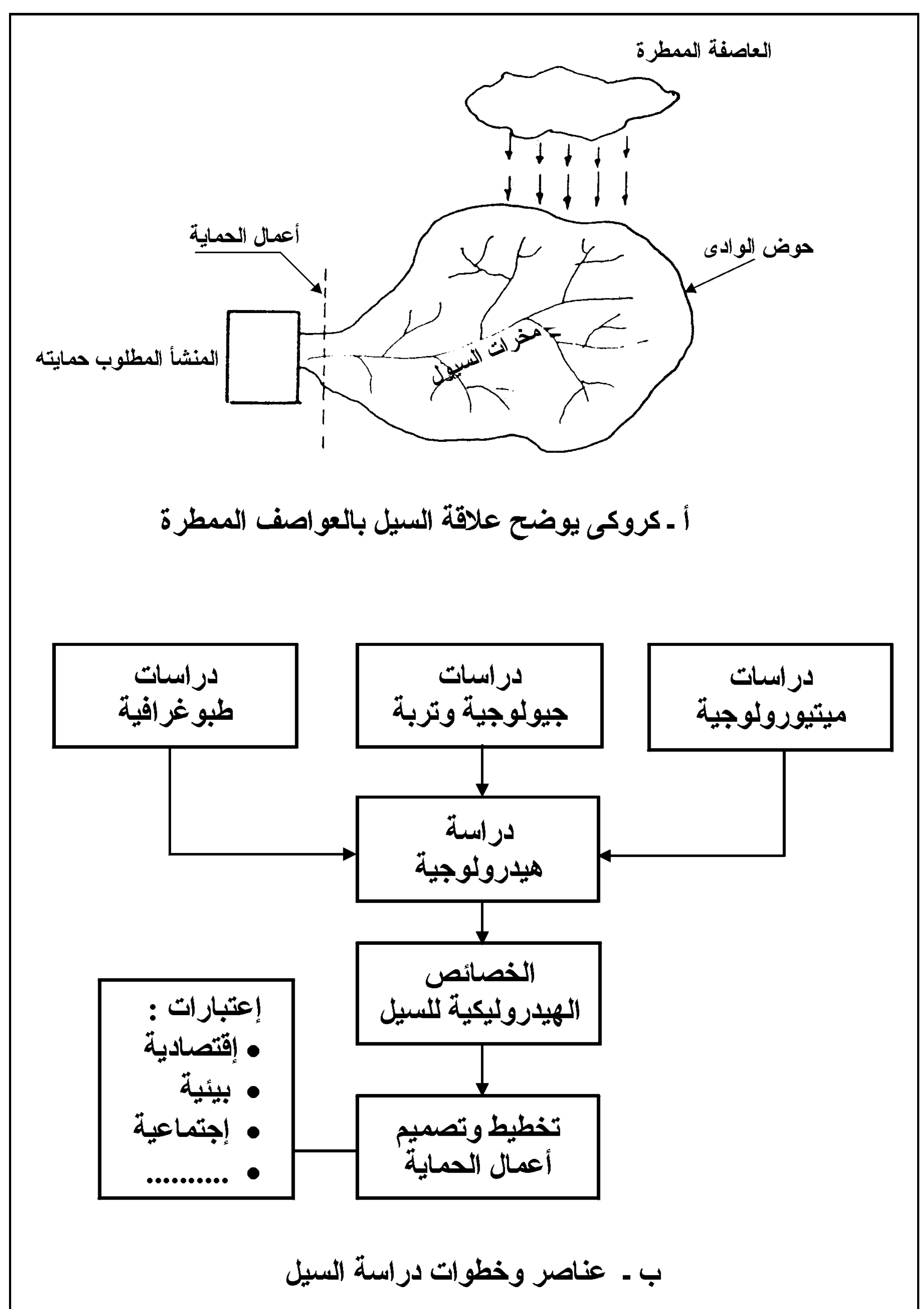
ب - إعداد تخطيط وتصميم متكامل لنظام الحماية المطلوبة . وتتكون أعمال الحماية عادة من مجموعة من السدود والجسور بالإضافة إلى مجارى مائية لتحويل مسار السيل .

ويجب ملاحظة أن نظام الحماية الأمثل يلزم أن لا يتم تحديده فقط بناء على الإعتبارات الهيدرولوجية والهيدروليكية ولكن يجب كذلك الأخذ فى الإعتبار النواحى البيئية والإقتصادية بصفة خاصة ويوضح الشكل (٦-٢) التداخل بين العناصر المختلفة فى دراسات السيول .

ونظرا لأن السيول تحدث نتيجة سقوط الأمطار بشدة ، فإن الدراسات المناخية هى العنصر الأول من دراسات السيول ، وفيها يتم إيجاد خصائص وإحتمالات حدوث العواصف الممطرة المختلفة التى قد يتعرض لها حوض الوادى ، إذ يمكن إعتبار العاصفة الممطرة بمثابة الحمل الذى يؤثر على حوض الوادى فيسبب السيل كما هو موضح فى شكل (٦ - ٢) وتهدف الدراسات الطبوغرافية من ناحية أخرى إلى تحديد خصائص حوض الوادى وقدرته على تجميع وتصريف مياه المطر وتوجيهها نحو مخرات السيول . أما بالنسبة للدراسات الجيولوجية وخواص التربة ، فإنها تهدف إلى تقدير نسبة الفواقد أى كمية المطر المتسربة لباطن الأرض .

كما أن الدراسات الهيدرولوجية تهدف إلى تقدير خصائص السيول وإحتمالات حدوثها ، وذلك عن طريق ربط خصائص العواصف الممطرة بخصائص حوض الوادى . وتعتبر النتائج التى يتم حسابها فى

الدراسـات الهيدرولوجية ، بمثابة الأحمال التى يجب مقاومتها عند تصميم أعمال الحماية من السيول كما سبق توضيحه فى شكل (٦ - ٢) .



شكل رقم (٦-٢) العناصر المختلفة المكونة لدراسة السيول

وتحتوى الأبواب التالية على القواعد العامة والمعايير والإشتراطات الفنية الواجب إتباعها عند إعداد وتنفيذ كل من الدراسات الميتيورولوجية والجيولوجية ، وتجميع البيانات الحقلية بالإضافة إلى إعداد الدراسات الهيدرولوجية .

٦ـ٢ الطرق الإحصائية لتحديد شدة الأمطار المسببة للسيول

٦ـ٢ـ١ إختيار محطات الأمطار الممثلة لمنطقة الدراسة

تعتبر شدة وكمية الأمطار الساقطة على حوض الوادى من أهم العناصر المستخدمة لحساب شدة السيل . لذلك يتم إستخدام بيانات الأمطار والتى سبق تسجيلها بمحطات الرصد القريبة من منطقة الدراسة . ويجب على المهندس محاولة الحصول على بيانات الأمطار لثلاثة محطات أرصاد محيطة بالوادى المطلوب دراسته على أقل تقدير . وبصفة عامة تفضل المحطات القريبة عن المحطات البعيدة ، كما يجب ألا يختلف منسوب المحطات كثيرا عن مناسيب الأرض الطبيعية داخل الوادى . وفى حالة التباين الشديد بين مناسيب الوادى ومناسيب محطات الأرصاد القريبة يفضل الإسترشاد ببيانات محطة أو أكثر ذات منسوب قريب من مناسيب الوادى على الرغم من بعد موقعها .

ويتم تحليل بيانات الأمطار لكل محطة على حدة لتحديد العاصفة التصميمية لكل منها وذلك بالطرق التى سيتم وصفها لاحقا . يتم بعد ذلك إعطاء كل محطة وزن مناسب يعتمد على مدى قربها من منطقة الدراسة فى كل من المسافة والمنسوب ، ويتم حساب العاصفة التصميمية عند موقع الوادى كقيمة متوسطة للعواصف التصميمية من المحطات المحيطة .

٦ـ٢ـ٢ إختيار الزمن التكرارى للعاصفة التصميمية

عند تصميم أى منشأ معرض لحمل عشوائى فإنه يجب على المهندس قبول فكرة إحتمال أن يزيد الحمل فى بعض الحالات القصوى عن الحمل التصميمى . فمثلا عند تصميم مفيض فى جسم سد لكى يستوعب أقصى تصرف محتمل حدوثه خلال خمسين عاما (أى تصرف له إحتمال حدوث مقداره ٢٪ لكل سنة) فإن هذا يعنى أن المهندس يقبل فكرة وجود خطورة على المنشأ نتيجة حدوث عاصفة أكبر من العاصفة التصميمية وأن هذه المخاطرة المقبولة لها إحتمال ٢٪ لكل سنة .

ويجب التأكيد على أن تصميم أى منشأ ليستوعب أقصى عاصفة محتمل حدوثها خلال خمسين سنة لا يعنى أن إحتمال حدوث هذه العاصفة خلال العمر الإفتراضى للمنشأ هو ٢٪ ولكن تستخدم المعادلة التالية لحساب الإحتمال (P) لحدوث العاصفة التصميمية أو عاصفة أكبر منها خلال عدد (N) من السنين :

$$P = 1.0 - (1 - 1/R)^N \qquad (6 - 1)$$ [1]

حيث R هو الزمن التكرارى للعاصفة ، فمثلا عند تصميم بربخ على أساس أن يستوعب اقصى عاصفة ذات زمن تكرارى مقداره خمسون سنة ، فإن إحتمال فشل هذا البربخ خلال العشر سنوات الأولى هو ١٨,٣٪ تقريبا . وبعبارة أخرى فإنه فى حالة إنشاء مائة بربخ على بعض الطرق لكى تتحمل العاصفة المتوقع تكرارها مرة كل خمسين سنة فإن هذا يعنى أن المهندس المصمم يقبل إنهيار أو حدوث تلفيات رئيسية فى حوالى ١٨,٣ بربخ فى المتوسط . وذلك خلال العشر سنوات الأولى بعد إنشاء هذه البرابخ .

(1) Ang. Alfrido " Probability Concepts in Engineering Planning and Design
Jhon Wiley & Sons Inc. 1975, Pp 409

ومن ناحية أخرى ففى حالة إختيار زمن تكرارى للعاصفة التصميمية مقداره ١٠٠ سنة فإن تكاليف الإنشاء ستزداد بالطبع ولكن فى المقابل فإن عدد البرابخ المتوقع إنهيارها خلال العشر سنوات الأولى ستنخفض إلى حوالى ٩,٦ بربخ ، بينما يرتفع العدد إلى حوالى ٣٣,٥ ، فى حالة التصميم بإستخدام زمن تكرارى مقداره ٢٥ سنة .

ومما سبق يتضح أن إختيار الزمن التكرارى للعاصفة التصميمية سيترتب عليه تحديد كل من :

- التكاليف الإجمالية للإنشاء .
- تكاليف الصيانة والإصلاحات .

وعلى هذا فإن تحديد الزمن التكرارى للعاصفة التصميمية فى المنشآت الهامة يجب أن يتم بناء على دراسة إقتصادية مع تقييم المخاطر المقبولة من النواحى الإقتصادية والبيئية والإجتماعية وتحتوى الدراسة على العناصر الآتية :

أ ـ البدائل :

وهى تصميم المنشآت على إعتبار إختيار زمن تكرارى مقداره ١٠ سنوات ، ٢٠ سنة ، ٢٥ سنة .... إلخ .

ب ـ الأحداث المحتملة :

وهى تحديد سلسلة من شدة العواصف المحتمل حدوثها خلال العمر الإفتراضى للمنشأ والإحتمالات المناظرة لحدوث كل منها .

ج ـ تقييم لتركيبة البدائل مع الأحداث (Utility Functions) :

وهذا التقييم قد يكون مجرد حساب للتكاليف المتوقعة عند إختيار أحد البدائل المحددة بالبند (أ) وحدوث أحد العواصف المحددة فى البند (ب) ، وقد يدخل هذا التقييم بعض النواحى الإجتماعية والسياسية الأخرى .

ويتم بعد ذلك دمج عناصر الدراسة الإقتصادية المذكورة فى أ ، ب ، ج لتكوين شجرة إتخاذ القرار (Decision Tree) وإختيار البديل المناظر لأفضل قيمة .

وفى حالة إستخدام أعمال الحماية المؤقتة أو أعمال الحماية بالطرق الثانوية فإنه يمكن الإكتفاء بقبول إحتمال إنهيار يتراوح بين ٢٠٪ ـ ٣٠٪ وبالتالى يمكن إستخدام القيم بالجدول (٦ ـ ١) للإسترشاد .

جدول رقم (٦ ـ ١)

إختيار الزمن التكرارى للعاصفة التصميمية لبعض المنشآت المختلفة

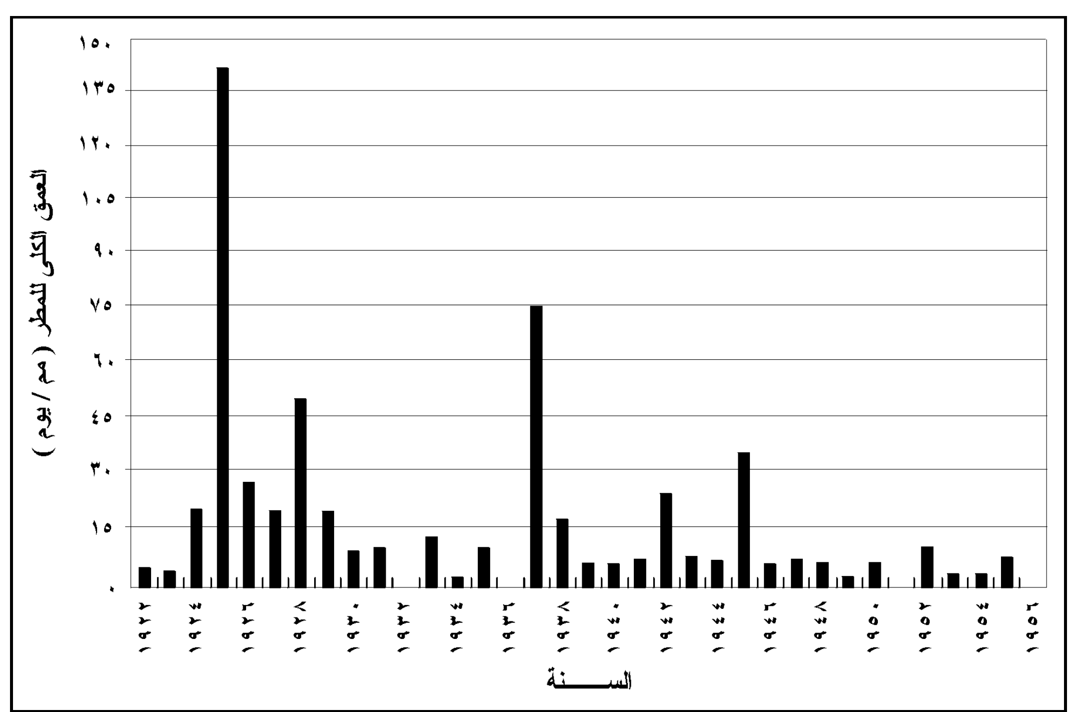
نوع المنشأ	الزمن التكرارى للعاصفة التصميمية
أعمال حماية مؤقتة بعمر إفتراضى أقل من ٣ سنوات	١٠ سنوات
طرق ثانوية ومدقات عمر إفتراضى ٥ سنوات	٢٠ سنة
طرق رئيسية بعمر إفتراضى ١٠ سنوات	٥٠ سنة
طرق حيوية بمناطق نائية صعبة الصيانة عمر إفتراضى ٢٠ سنة	١٠٠ سنة
أعمال حماية لمنشآت هامة كالمدن والقرى والمصانع ومحطات الكهرباء	دراسة إقتصادية متكاملة

٦-٢-٣ التحليل الإحصائى لتحديد العواصف التصميمية

بعد إختيار الزمن التكرارى للعاصفة التصميمية ، يتم إستخدام بيانات الأمطار المسجلة عند كل محطة لحساب اقصى عاصفة متوقعة خلال هذه الفترة الزمنية . ولكى يتم ذلك يجب عمل تحليل إحصائى يعرف بتحليل النهايات العظمى [2] " Extreme Value Analysis "، ويتم حسب الخطوات التالية :

أ - لكل محطة أرصـــاد يتم تجميع بيانات المطر اليومية لعدد (N) من السنين (يفضل ألا تقل عن ٣٠ سنة) .

ب - يتم تحديد اقصى عاصفة فى اليوم الواحد لكل سنة على حدة ، ويوضح الشكل رقم (٦ - ٣) أقصى عواصف تم تسجيلها لمحطة أرصاد التمد كمثال .



شكل رقم (٦ - ٣) أقصى عاصفة يومية تم رصدها فى السنة بمحطة التمد المناخية

ج - ترتب العواصف تنازليا من الأكبر إلى الأصغر . يوضح الجدول رقم (٦ - ٢) تطبيق هذه الخطوات على محطة أرصاد التمد بسيناء .

د - يتم إعطاء كل عاصفة رتبة حسب ترتيبها بالجدول (m) .

هـ - لكل عاصــفة يتم تقدير حســـاب إحتمال حدوث عاصفة مثلها أو أكبر منها من المعادلة التالية $P = m/(n+1)$

و - يتم توقيع شدة المطر مع الإحتمالات (العمودين الثانى ومقلوب العامود الخامس من الجدول) على رســم بيــانى بحيث يتم تدريج المحور الأفقى حسب المنحنى الإحتمالى للنهايات العظمى Extreme Value " Distribtion "

ز - يتم إضافة خط مستقيم بين العواصف القصوى ، كما هو موضح فى شكل (٦ - ٤) لمحطة أرصاد التمد .

(2) Benjamin,J.R and Cornell,C.A. " Probability, Statistics and Decision for Civil Engineers" Mc-Graw Hill Book Company, New York, 1970, Pp 684.

ملحوظة :
عند رسم الإحتمالات السابقة بإستخدام تدرج منحنى نهايات عظمى عادة ما تظهر جميع النقاط فى صورة خط مستقيم . ولكن عند تحليل بيانات الأمطار لبعض محطات الأرصاد بمصر قد تكون النقاط خطين مستقيمين منفصلين (مثل ما هو موضح فى محطة التمد) ويرجع ذلك لوجود نوعين مختلفين من العواصف المسببة للأمطار وهى :

- الأمطار الشتوية المعتادة والتى تزداد شدتها كلما إتجهنا شمالا .
- أمطار الربيع والخريف وهى ذات تكرارية منخفضة نسبيا ولكن بشدة مرتفعة نسبيا تزداد شدتها كلما إتجهنا جنوبا ، وهى التى تسبب السيول بصعيد مصر وجنوب سيناء .

ح - يتم مد الخط المستقيم للحصول على شدة العاصفة المناظرة للزمن التكرارى المطلوب .

٦-٢-٤ خرائط مبسطة للعواصف التصميمية

تحتوى الأشكال (٦-٥ ، ٦-٦) على خرائط تحدد أقصى عاصفة متوقعة كل ١٠ سنوات وكذلك كل ٥٠ سنة وذلك لشبه جزيرة سيناء كما يحتوى الجدول (٦ - ٣) على أقصى عواصف تم رصدها عند بعض محطات الأرصاد المنتشرة بمصر .

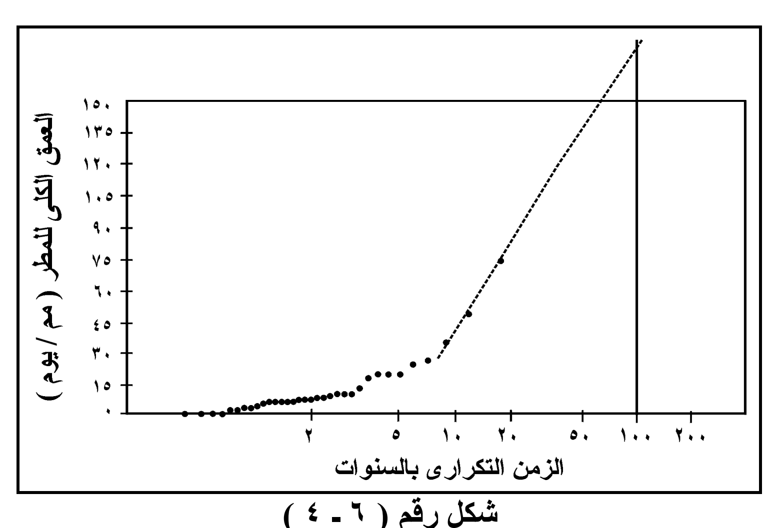
وتجدر الإشارة إلى أن الخرائط تم إعدادها بأستخدام بيانات الأمطار المتاحة حتى سنة ١٩٩٠ لشبه جزيرة سيناء ، بينما يوضح العامود الثانى من الجدول (٦ - ٣) فترات الأرصاد المستخدمة لباقى أجزاء الجمهورية .

جدول (٦ - ٢) أقصى مطر يومى عند محطة التمد المناخية

Year	Maximum Rain Depth (mm / day)	Date	Rank (m)	Plotting[3] Position m / (n+1)
1922	5.0	27/12	26	0.72222
1923	4.0	29/11	27	0.75000
1924	20.0	3/11	7	0.19444
1925	142.0	18/11	1	0.02788
1926	27.0	5/3	5	0.13889
1927	20.0	5/3	8	0.22222
1928	50.0	24/2	3	0.08333
1929	20.0	21/3	9	0.25000
1930	9.0	29/12	15	0.41667
1931	10.0	9/1	12	0.33333

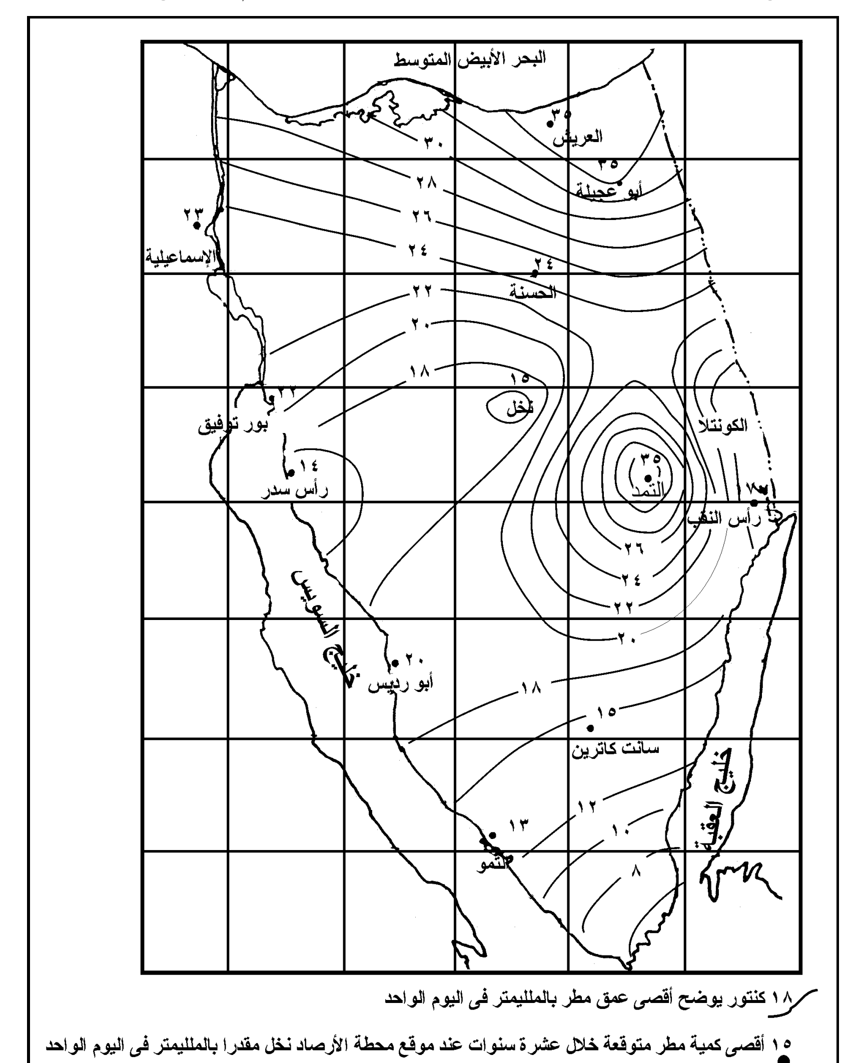
Year	Maximum Rain Depth (mm / day)	Date	Rank (m)	Plotting[3] Position m / (n+1)
1932	0.0	***	***	***
1933	13.0	13/1	11	0.30556
1934	2.0	30/12	30	0.83333
1935	10.0	21/11	13	0.36111
1936	0.0	***	***	***
1937	75.0	9/11	2	0.05556
1938	18.0	7/3	10	0.27778
1939	6.0	9/2	21	0.58333
1940	6.0	2/4	22	0.61111
1941	7.0	2/3	18	0.50000
1942	25.0	20/1	6	0.16667
1943	8.0	14/3	16	0.44444
1944	7.0	10/5	19	0.52778
1945	36.0	15/5	4	0.11111
1946	6.0	26/11	23	0.63889
1947	7.0	15/1	20	0.55556
1948	6.0	8/2	24	0.66667
1949	2.0	24/11	31	0.86111
1950	6.0	11/11	25	0.69444
1951	0.0	***	***	***
1952	10.0	3/2	14	0.38889
1953	3.0	30/12	28	0.77778
1954	3.0	2/4	29	0.80556
1955	8.0	25/12	17	0.47222
1956	0.0	***	***	***

(3) Total number of records (n) = 35

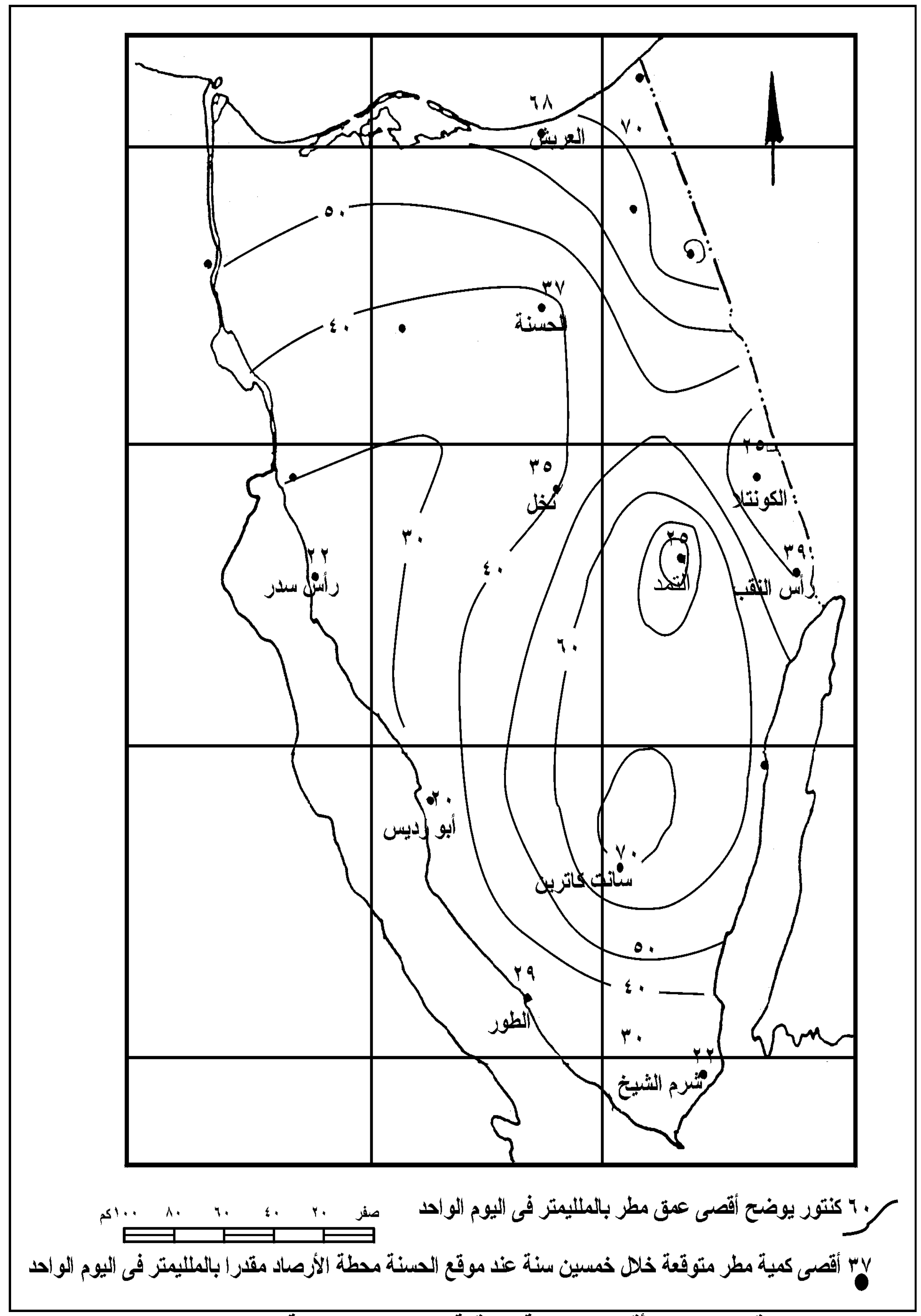


شكل رقم (٦ ـ ٤)

تحليل أقصى عواصف ممطرة لمحطة أرصاد التمد بإستخدام منحنى النهايات العظمى



شكل رقم (٦ ـ ٥) أقصى عاصفة متوقعة خلال عشرة سنوات لشبه جزيرة سيناء



شكل رقم (٦ ـ ٦) أقصى عاصفة متوقعة خلال خمسين سنة لشبه جزيرة سيناء

جدول رقم (٦ - ٣)

أقصى عواصف تم رصدها فى محطات الأرصاد المختلفة وذلك بناء على كتاب المعدلات لسنة ١٩٧٦

اسم المحطة	اقصى شدة أمطار تم رصدها فى يوم واحد (مم)	فترة الارصاد المستخدمة بالسنوات	تاريخ
السلوم	١٢٠,٨	١٩٤٦ - ١٩٧٥	١٩٤٧-١١-٢٢
سيدنى برانى	٩٧,٦	٤٨ - ٧٥	١٩٧٣-١١-٢
مرسى مطروح	٧٥,٥٠	٤٧ - ٧٥	٤٧-١١-٢٢
الضبعة	٤٩,٠	٤٨ - ٧٥	٥٢-١-٧
الاسكندرية	٦٤,٦	٤٢ - ٧٥	٦٦-١١-٨
رشيد	٥٧,٠	٣١ - ٧٥	٤٨-١-٣
دمياط	٥٥,٠	٣١ - ٧٥	٥٣-١١-١٥
بورسعيد	٤٧,٧	٤١ - ٧٥	١٩٦١-١٢-٥
دمنهور	٣٩,٢	٣١ - ٧٥	٦٩-١٠-٨
التحرير	٢١,٤ ٢٤,٩	٥٥ - ٧٥	٧١-١-٩ ٦٧-٥-١٢
وادى النطرون	٧٠,٠ ٢٧,٠	٤٦ - ٧٥	٥٣-١١-١٧ ٦٥-٤-١٠
غرب القاهرة	٢٣,٧	٥٧ - ٧٥	٧٢-١١-٢٤
السرو	٤١,٠ ٢٩,٥	٣١ - ٦٨	٥٣-١١-١٥ ٤٤-٥-٤
سخا	٤٠,٠	٣١ - ٧٥	٤٤-٨-٢٨
شبين الكوم	٤٤,٠ ٢٨,٠	٤٦ - ٧٥	٧٢-١١-٢٤ ٦٧-٥-١٢
بنها	٢٧,٥ ٢١,٦	١٢ - ٧٥	١٩٢١-١٢-٨ ٦٨-٥-٢٥
المنصورة	٤٨,٠	١٩٠٦- ٧٥	٣٧-١٠-٢٧
الزقازيق	٢٤,٠ ٢٣,٤	٢٦ - ٧٨	٣٢-١١-٥ ٤٠-٤-٢٣

اسم المحطة	اقصى شدة أمطار تم رصدها فى يوم واحد (مم)	فترة الارصاد المستخدمة بالسنوات	تاريخ
انشاص	١٦,٥	٥١ ـ ٧٥	
فايد	٣٢,٤	٤١ ـ ٧٣	٢ـ١١ـ٧٠
القاهرة	٥٠,٠	٤٧ـ٧٥	٦ـ١٢ـ٥١
ألماظة	٤٤,٠	٤١ ـ ٧٥	٦ـ١٢ـ٥١
جيزة	٥٣,٢	٣١ ـ ٧٥	٢٧ـ١٠ـ٣٧
حلوان	٣٢,٧	٣١ ـ ٧٥	٦ـ١٢ـ٥١
بنى سويف	٢٠,٠	٥٣ ـ ٧٥	٢٤ـ١١ـ٧٢
المنيا	١١,٤	٤١ ـ ٧٥	١٩ـ٢ـ٧٥
ملوى	٢٠,٠	٤٥ ـ ٧٥	١٨ـ٢ـ٧٥
أسيوط	٢,٥	٤٦ ـ ٧٥	١٤ـ٤ـ٧٩
نجع حمادى	٣٩,٠	٤٢ ـ ٦٨	١٩ـ١٢ـ٥٤
قنا	٥٥,٣	٣٥ ـ ٧٥	٢٢ـ١١ـ٤٩
الأقصر	٥,٨	٤٨ ـ ٧٥	١٠ـ٥ـ٤٩
كوم أمبو	٦,٦	٥٤ ـ ٧٥	٨ـ١٠ـ٦٩
أسوان	٧,٢	٤٥ ـ ٧٥	١٦ـ٤ـ٦٨
سيوة	٢٥,٤ ٢٣,٠	٣١ ـ ٧٥	٢١ـ١١ـ٧٤ ١٢ـ٥ـ٤٥
الواحات البحرية	١٦,٠	٣١ ـ ٧٥	١٨ـ٤ـ٤٨
الفرافرة	١٥,٢	٥٥ ـ ٧٥	٢٣ـ١١ـ٧٢
الداخلة	٨,٠	٣١ ـ ٧٥	١٥ـ٢ـ٤٢
الخارجة	٥,٧	(٣٤ ـ ٧٠)	١٣ـ٥ـ٤٥
الغردقة	٢٤,٧	٤٣ ـ ٧٥	١٩ـ١٢ـ٥٤
القصير	٣٤,٠	٣١ ـ ٧٥	٦ـ١١ـ٣٤
ديدالوس (أبو كيزان)	٣٩,٠	٣١ ـ ٧٥	١٦ـ١١ـ٤٧
رأس بنياس	٦٤,٠	٦٤ ـ ٧٥	٢٤ـ١١ـ٦٦

٦-٣ الدراسات التكميلية المرتبطة بتقييم السيول

٦-٣-١ إختبارات النفاذية للطبقة السطحية

عادة ما تتكون الطبقات السطحية فى الوديان من مواد رسوبية منفذة للمياه وبالتالى فإن نسبة من مياه الأمطار الساقطة على الوادى تتسرب إلى الطبقات تحت السطحية ولا تساهم فى تكوين السيول . بالتبعية فإنه كلما زادت نفاذية الطبقات السطحية كلما إنخفضت حدة السيول ، وذلك فى حالة تشابه جميع الظروف المناخية والطبوغرافية الأخرى .

وتعتمد كمية المياه التى تتسرب خلال مسام التربة على مجموعة من العوامل مثل نوع التربة ، رطوبة التربة ، كثافة الغطاء النباتى ، عمق سطح المياه الجوفية ، وذلك بالإضافة إلى شدة الأمطار . وعادة ما ينخفض معدل التسرب مع الزمن أثناء العاصفة التصميمية وذلك نتيجة تشبع الطبقات السطحية بالمياه المتسربة حسب ما هو موضح بالشكل رقم (٦ - ٧ أ) . وبعد فترة زمنية قد تصل إلى عدة ساعات فإن معدل التسرب لا يتغير ويصل إلى حالة ثبات نهائى (fc) ، وذلك بمعدلات تتفاوت من عدة ملليمترات فى الساعة إلى عدة سنتيمترات فى الساعة .

وعند عمل الحسابات الهيدروجيولوجية للسيول فإنه يجب أن يتم إفتراض أن التربة السطحية مشبعة بالمياه وأن معدل التسرب أثناء العاصفة والسيل لن يزيد عن (fc) . وهذا الفرض عادة ما يتحقق فى الوديان الطبيعية أثناء العواصف الشديدة نسبيا نظرا لإمكانية حدوث عواصف ممطرة صغيرة نسبيا تسبق العاصفة التصميمية ، وهذه العواصف قد لا يتسبب عنها حدوث سيول ولكنها قد تكفى لحدوث تشبع للطبقات السطحية بالمياه . لذلك فإن الغرض الأساسى من عمل إختبارات النفاذية للطبقات السطحية هو تحديد معدل التسرب النهائى الثابت (fc) .

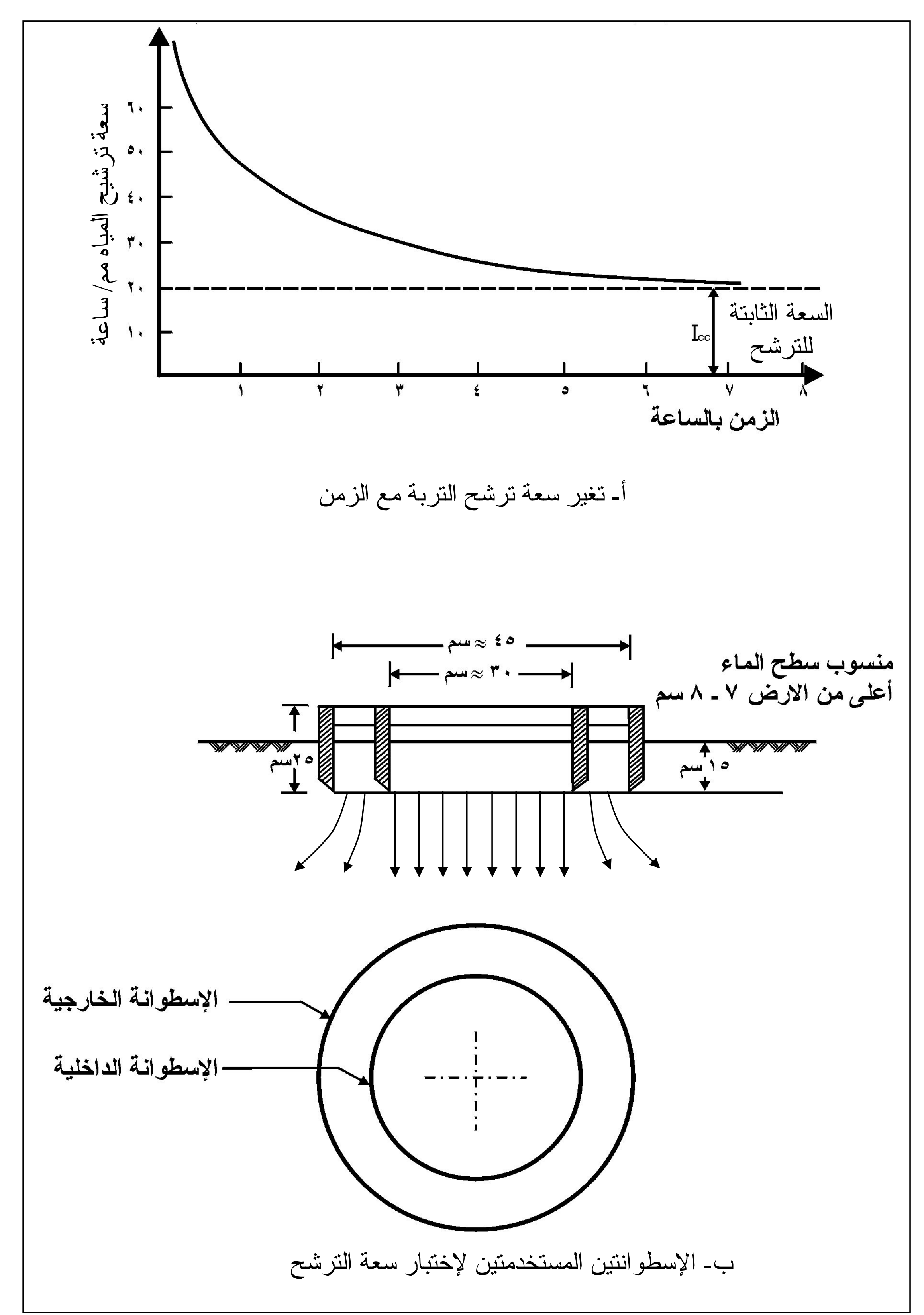
٦-٣-٢ طريقة قياس معدل التسرب فى الحقل

يتم إستخدام إسطوانتين متداخلتين كما هو موضح بشكل (٦ - ٧ ب) . ويجب ألا يقل قطر الإسطوانة الداخلية عن ٣٠ سم وألا يقل قطر الإسطوانة الخارجية عن مرة ونصف قطر الإسطوانة الداخلية (أى لا يقل قطر الإسطوانة الخارجية عن ٤٥ سم فى حالة إستخدام إسطوانة داخلية بقطر ٣٠ سم) . كذلك لا يجب أن يقل إرتفاع كل من الإسطوانتين عن ٢٥ سم ، وتكون لها حواف سفلية مدببة .

يتم دفع الإسطوانتين فى التربة رأسيا بواسطة مطرقة حتى عمق ١٥ سم تقريبا ، بحيث تكون الإسطوانتان متداخلتين ومتمركزتين وغير مائلتين . ومن الضرورى أن يراعى قدر الإمكان عدم تفكيك التربة أو تقلبها . يتم بعد ذلك الحفاظ على عمق شبه ثابت للمياه بهما طوال التجربة . من المناسب أن يتراوح هذا العمق من ٥ ~ ٨ سم . ومن الممكن أن يتم ذلك كما يلى :

١- يتم وضع علامتين ثابتتين سفلى وعليا على الجدار الداخلى للإسطوانة الداخلية والخارجية على إرتفاعات ٧ سم و ٨ سم على التوالى من سطح الأرض .

٢- يتم إضافة المياه بالإسطوانة الخارجية حتى يصل منسوب سطح الماء للعلامة العليا عند بداية التجربة ، وكذلك تتم إضافة المياه عند هبوط سطح الماء للعلامة السفلى . أى يتم الحفاظ على منسوب سطح الماء بين الإسطوانتين على منسوب شبه ثابت يتراوح من ٧ إلى ٨ سم بصفة دائمة .



أ- تغير سعة ترشح التربة مع الزمن

ب- الإسطوانتين المستخدمتين لإختبار سعة الترشح

شكل رقم (٦ ـ ٧) إختبار سعة الترشح للطبقات السطحية بمخر السيل

٣- فى نفس الوقت يتم إضافة المياه فى الاسطوانة الداخلية بحيث يتم الحفاظ على منسوب المياه بين العلامتين السفلى والعليا أيضا . ويجب استخدام أداة مناسبة (مثل المخبار المدرج) لإضافة المياه وذلك لتحديد حجم الماء المضاف ويتم تسجيل الزمن عند إضافة المياه وذلك من بدأ التجربة.

٤- يتم الإستمرار فى التجربة حتى الوصول إلى ثبات قيمة معدلات إضافة المياه.

٥- يتم حساب معدل الترشح المتوسط كالآتى:-

$$\text{معدل الترشح} = \frac{\text{حجم الماء المضاف فى فترة زمنية معينة}}{\text{مساحة مقطع الاسطوانة الداخلية} \times \text{الفترة الزمنية المعينة}}$$

٦- يتم تخفيض سعة الترشح بمجمـوعة من القيـم الإختيـــارية لكى تمثل قيم معدل الترشح المتوقعة كما هو موضح بالجدول (٦-٤) .

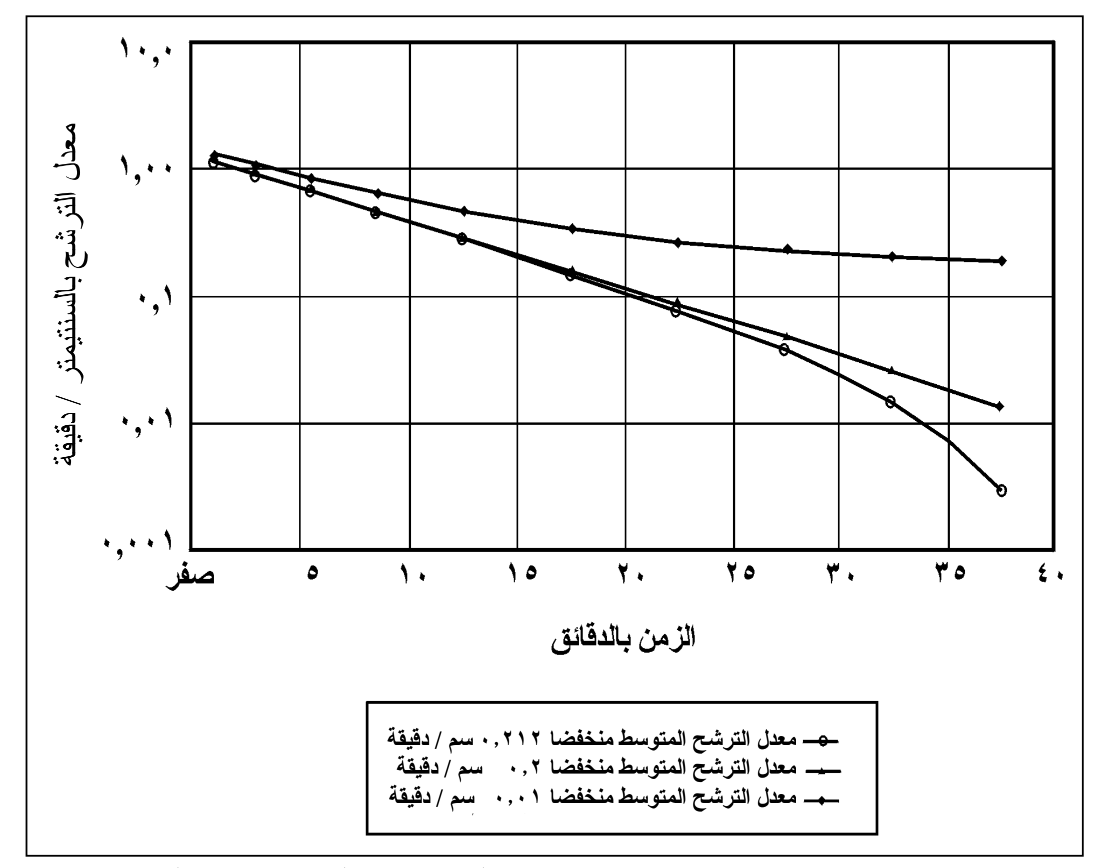
٧- يتم توقيـع القراءات التى تم الحصول عليها على منحنى لوغاريتمى كمـا هو موضح بشكل (٦-٨) .و أفضل تقدير لقيمة سعة الترشح الثابتة (Icc) هى القيمة التى ينتج عنها منحنى أقرب ما يمكن إلى الخط المستقيم كما فى شكل (٦-٨) .

ويوضح الجدول رقم (٦-٤) والشكل رقم (٦-٨) نتائج إختبارات سعة الترشح مع تحليل البيانات الخاصة بها .

جدول رقم (٦-٤) نتائج تحليل إختبار النفاذية

Time (Minutes)	Volume Added cm^3	Average * Infiltration Rate (cm/min)	Intermediate Time (Minutes)	Average Infiltration (Reduced by) fc = 0.212	Average Infiltration (Reduced by) fc = 0.20	Average Infiltration (Reduced by) fc = 0.01
0	0					
2	1925	1.36	1.00	1.15	1.16	1.35
4	1575	1.11	3.00	0.90	0.91	1.10
7	1872	0.88	5.50	0.67	0.68	0.87
10	1435	0.68	8.50	0.46	0.48	0.67
15	1779	0.50	12.50	0.29	0.30	0.49
20	1295	0.37	17.50	0.15	0.17	0.36
25	1030	0.29	22.50	0.08	0.09	0.28
30	884	0.25	27.50	0.04	0.05	0.24
35	804	0.23	32.50	0.02	0.03	0.22
40	760	0.22	37.50	0.00	0.02	0.21

* Diameter of inner ring = 30 cm



شكل رقم (٦ ـ ٨) تحليل نتائج إختبار النفاذية لتحديد قيمة معامل النفاذية النهائى

٦ـ٣ـ٣ الرفع المساحى للقطاعات العرضية والقياسات الحقلية عند مصب الوادى

عند عمل الدراسات الخاصة بالسيول ، عادة يتم إستخدام الخرائط الطبوغرافية والصور الجوية والعديد من البيانات التى يمكن الحصول عليها مكتبيا . ولكن يجب على المصمم والدارس أن يقوم بزيارة ميدانية للتعرف على الظروف الطبيعية والطبوغرافية عند مصب السيل عند المنطقة المطلوب حمايتها وذلك على أدنى تقدير . وبناء على هذه الزيارة يتم تجميع العديد من البيانات الحقلية الأساسية وهى بالتحديد :

أ ـ عمل رفع مساحى لمجموعة من القطاعات العرضية عند المصب ويمكن إستخدام البيانات التالية للإسترشاد :

- يجب أن تغطى القطاعات العرضية منطقة من المخر الرئيسى لا يقل طولها عن عشرة أضعاف عرض المخر .

- المسافة بين القطاعات العرضية تساوى تقريبا نصف عرض المخر.
- يتم ربط مناسيب هذه القطاعات فى الإتجاه الطولى للوادى وذلك للتعرف على ميل المخر الرئيسى قرب المصب .

- يتم عمل حفرة مناسبة بعمق يتراوح من متر إلى ثلاثة أمتار وذلك فى أحد المناطق المنخفضة نسبيا على هذه القطاعات ، وذلك للتعرف على نوعية وتدرج المواد الرسوبية وتباينها فى الاتجاه

الرأسـى . يمكـن الإسـتدلال مـن هـذه الرواسـب علـى مـدى التـباين فـى شدة السيول من فترة زمنية لأخرى .

- يـتم أخـذ عينـات مـن التـربـة السطحية وتحليلها لمعرفة تدرجها الحبيبى ، وهذا التدرج الحبيبى يتم إستخدامه للإسترشاد فى تقدير كميات المواد الرسوبية التى يجرفها السيل .

ب ـ تقييم معامل الإحتكاك لسريان المياه السطحية :
عند حسـاب عمـق وسـرعة إنـدفاع مـياه السـيل بالقـرب مـن المصـب فإنـه يلـزم تقديـر قيمة معامل خشونة مجـرى السيل . فمـثلا عـند إسـتخدام معادلـة مانـنج لحسـاب سـرعة المـياه (V) أو عمـق المـياه (y) بمعلومـية التصـرف (Q) فإنـه يلـزم تحديـد قيمة المعامـل (n) والمـرتبطة بخشـونة المجـرى . سـيتم توضيح كيفية إستخدام معادلةماننج فى بند ٦ـ٤ـ١ .

ومـن الجديـر بالذكـر فإنـه فـى حالـة عـدم وجـود قياسـات حقلـية للتصـرفات وأعمـاق المياه اثناء العواصف المختلفة فإنـه قد لا يمكـن تحديـد قيمة (n) بصـورة قاطعـة . لذلك فإنه يمكن إستخدام الطريقة المبسطة التالية لتقدير (n) :

- فى حالـة وجود نسبة كبيرة من الأحجار والصخور ذات أقطـار أكبر من ٥ سم تغطى معظم أجزاء مخـر السيل فإنه يمكن إستخدام الجدول رقم (٦ ـ ٥) لتقدير قيمة (n) .

- فـى حالـة عـدم وجـود تـربة زلطـية بنسـب كبيـرة فـإن قيمة (n) قد تتغير من عاصفة إلى أخرى حسـب تشـكيلات قـاع مجـرى السـيل . لـذلك يمكـن إعـتبار أن قـيمة (n) سـتتغير أثـناء العاصـفة الواحدة ، لذلك تستخدم القيم التالية :

(عند حساب أقصى سرعة محتملة) $n = 0.020$

(عند حساب أقصى عمق متوقع) $n = 0.040$

جدول رقم (٦ ـ ٥)
تقدير قيمة معامل ماننج لخشونة المجرى فى حالة وجود رواسب خشنة تغطى مجرى السيل .

الحجم الممثل للرواسب التى تغطى المجرى (D_{65}) (سنتيمتر)	قيمة معامل الخشونة (n)
١	٠,٠١٩
٥	٠,٠٢٥
١٠	٠,٠٢٨
٢٠	٠,٠٣٢
٤٠	٠,٠٣٥
٦٠	٠,٠٣٨
١٠٠	٠,٠٤١

تم إعداد هذا الجدول بإستخدام معادلة (Strikler Equation)

٦-٣-٤ الدراسات الجيولوجية

عند عمل دراسات السيول فإنه يجب على المصمم التعرف على كل مما يلى :

- الجيولوجيا السطحية للوادى المطلوب دراسته.
- أهم التراكيب الجيولوجية وبخاصة عند المواقع المتوقع إنشاء سدود عندها .

أولا : الجيولوجيا السطحية للوادى

عادة ما يتم إستخدام إختبار النفاذية الوارد ببند (٦-٣-٢) لتقدير قيمة معدل التسرب لمياه الأمطار داخل التربة ، وعادة ما يصعب تكرار إختبار النفاذية لعدد كاف من المواقع داخل الوادى وخاصة فى المناطق الجبلية خارج مجارى السيول لذلك فإنه يلزم إعداد وصف متكامل للطبقات السطحية التى تغطى منطقة تجميع الأمطار بواسطة جيولوجى متخصص . ويتم إعداد هذا الوصف بناء على الخرائط الجيولوجية المتاحة أو الصور الجوية أو الزيارات الميدانية إذا لزم الأمر .

وبناء على معرفة الطبقات السطحية فإنه يمكن زيادة أو خفض قيمة معدل التسرب النهائى للوادى (fc) ، وذلك بصورة تقديرية حسب معرفة المصمم ما إذا كانت هذه الطبقات منفذة للمياه أم صماء . ومن الجدير بالذكر أنه يوصى عادة بعدم زيادة قيمة (fc) عن القيمة المبنية على إختبار النفاذية ، وذلك نظرا لأن إختبار النفاذية يتم عادة فى تربة رسوبية مخلخلة وعادة ما يكون لها أكبر نفاذية بالوادى .

ثانيا : التراكيب الجيولوجية

إن وجود بعض التراكيب الجيولوجية مثل الفوالق والطيات قد يؤثر وبصورة أساسية عند إختيار نوع ومواقع الأعمال الصناعية التى قد يلزم إستخدامها للحماية من السيول . لذلك فعند عمل دراسات تفصيلية للسيول يجب أن يتم تحديد الجيولوجية التركيبية للمنطقة مع عمل مسح تفصيلى للمنطقة المحيطة بالمواقع التى يمكن إقامة أعمال صناعية بها ، وعادة ما يتم ذلك بواسطة جيولوجى متخصص ويجب أن تؤخذ نتائج المسح الجيولوجى فى الإعتبار عند تخطيط و تصميم منشآت الحماية من السيول ، وبخاصة السدود التى قد يتم تنفيذها بغرض حجز وتخزين المياه .

٦-٤ الطرق العددية لحساب تصرفات الوديان

عادة ما تحدث السيول بمصر نتيجة عواصف الربيع والخريف ، وتصل مساحة السحابة الممطرة فى هذا النوع من العواصف إلى حوالى ٢٥ كم^{٢} . لذلك ففى حالة الوديان الصغيرة نسبيا والتى تقل مساحتها عن حوالى ٢٥ كم^{٢} فمن الممكن إفتراض أن السحابة الواحدة قد تغطى مساحة الوادى بالكامل وبشدة شبه منتظمة على جميع أجزائه . ومن ناحية أخرى فمن الصعب أن تغطى سحابة واحدة الوديان الكبيرة نسبيا والتى تزيد مساحتها عن ٢٥ كم^{٢} ، لذلك ففى الوديان الكبيرة عادة ما تحدث السيول نتيجة هطول الأمطار على بعض أجزاء الوادى دون الأخرى .

٦-٤-١ الحسابات الهيدرولوجية للوديان أقل من ٢٥ كيلو متر مربع

فى حالة الوديان الصغيرة يمكن إعتبار أن العاصفة الممطرة ستستمر لفترة زمنية أكبر من زمن تركيز الوادى (وهو الزمن اللازم لوصول الأمطار الزائدة والساقطة على أبعد منطقة بالوادى إلى المصب) وأن شدة المطر يمكن إعتبارها منتظمة طوال مدة العاصفة وعلى إتساع الوادى . لذلك يمكن إستخدام الطريقة المنطقية لحساب التصرفات وذلك حسب الخطوات التالية :

أ - يتم إختيار الزمن التكرارى للعاصفة التصميمية (T) حسب البند ٦-٢-٢ .
ب - يتم حساب عمق المطر (D) المناظر للزمن التكرارى وذلك حسب ما ورد بالبند ٦-٢-٣ .
ج - يتم حساب زمن التركيز للوادى من المعادلة التالية :

$$T_c = \frac{1}{52}\,\frac{L^{1.15}}{H^{0.385}} \qquad (6-2)$$ [4]

حيث :

T_c = زمن التركيز بالدقائق .
L = طول أقصى مسار للمياه بالأمتار ، أى المسافة بين أبعد نقطة على حدود الوادى ونقطة المصب .
H = أقصى فرق فى مناسيب الأرض الطبيعية داخل الحوض بالأمتار .

د - يتم إستخدام عمق المطر (D) وزمن التركيز (T_c) لتحديد أقصى شدة للأمطار المتوسطة (I) المتوقعة أثناء العاصفة التصميمية ، وذلك بإستخدام المنحنيات بشكل رقم (٦ - ٩) [5] .

ملحوظة :
هذه المنحنيات تم إستنباطها بإستخدام بيانات الأمطار المسجلة بواسطة محطات وزارة الموارد المائية بشبه جزيرة سيناء ، ونظرا لعدم وجود منحنيات مماثلة للأجزاء المختلفة من مصر فقد تم تعميمها على مصر بالكامل .

هـ - يتم تقدير أقصى تصرف محتمل من الوادى عن طريق تطبيـق المعـــادلة الخاصة بالطريقة المنطقية (Rational Method) :

$$Q = CAI \qquad (6-3)$$

حيث :

Q = أقصى تصرف للسيل (متر مكعب / ثانية) .
C = معامل تصريف الحوض ويمكن إعتبار (C = 1) فى حالة الوديان الصغيرة .
A = مساحة حوض تجميع الأمطار (متر مربع) .
I = أقصى شدة مطر متوقعة خلال زمن تركيز الوادى مقدرة بالمتر / ث .

و - يتم إستخدام التصرف Q وبيانات القطاع العرضى والميل الطولى ومعامل الخشونة التى سبق رفعها عند مصب الوادى (بند ٦-٣-٣) وذلك لحساب عمق المياه المتوقع (Y) عن طريق التعويض فى معادلة माننج :

$$Q = \frac{A}{n} R^{2/3} S^{1/2} \qquad (6-4)$$

(4) Chow, V.T,. Maidment D.R & Mays. L.W. "Applied Hydrology" Mc – Graw Hill Book Co. Inc. 1988 page 500

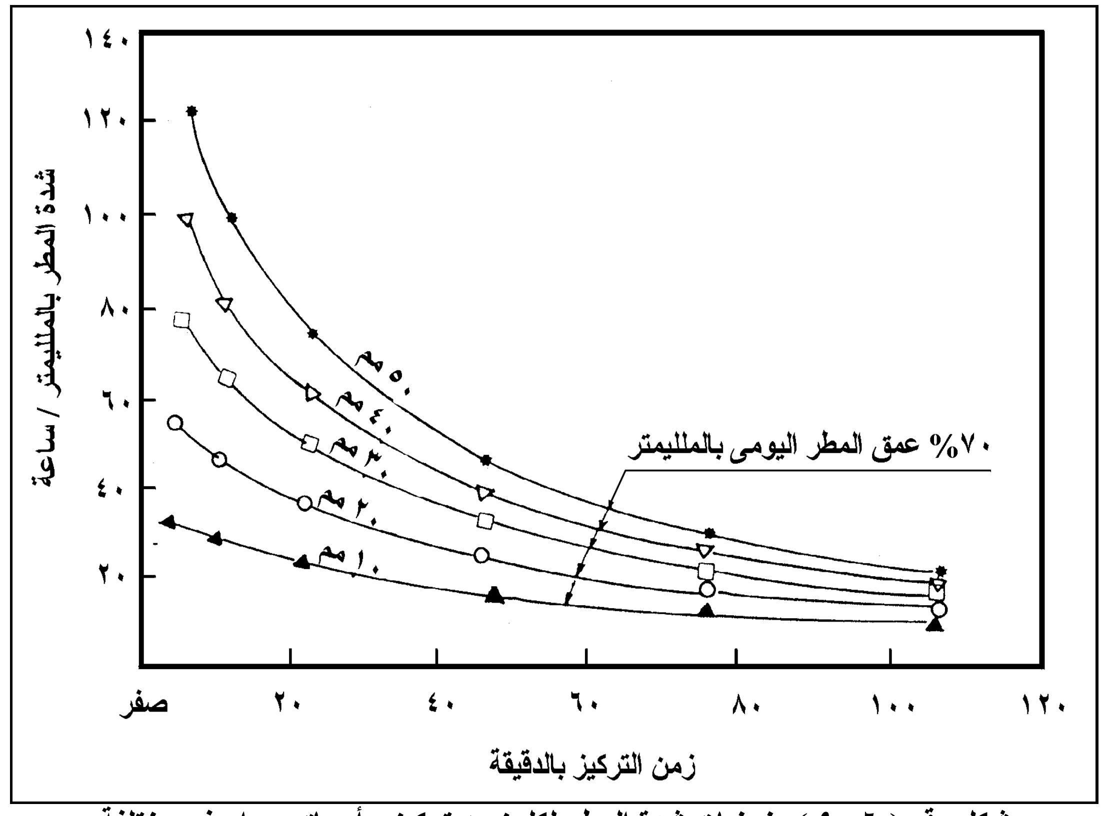
(5) Abdel Aziz " Representative Rainfall Pattern Suitable for Hydrologic Design in Sinai Peninsula " M.Sc. Irrigation and Hydraulics Dep. Cairo University. Giza Egypt February 1994.

حيث :

n	=	معامل الخشونة (ماتج).
R	=	نصف القطر الهيدروليكى = (مساحة القطاع) ÷ (المحيط المبتل) .
S	=	الميل الطولى لقاع مخر السيل بالقرب من المصب .
A	=	مساحة القطاع المائى .

ويتم حل هذه المعادلة عن طريق فرض قيمة تقريبية للعمق (Y) ثم حساب كل من مساحة القطاع والمحيط المبتل والتعويض فى المعادلة (6-3) لحساب التصرف ، ويتم تكرار المحاولة عن طريق فرض قيم مختلفة للعمق (Y) حتى يتساوى التصرف المحسوب من معادلةماننج مع تصرف الوادى Q المحسوب بناء على بيانات العاصفة التصميمية .

ز ـ فى حالة الرغبة فى تقدير الشكل الكامل لمنحنى التصرف مع الزمن ، فإنه يمكن إستخدام أى من الطرق التقليدية المتاحة فى المراجع . وتجب مراعاة أن النتائج التى سيتم الحصول عليها هى نتائج تقريبية بالدرجة الأولى ، وذلك حتى يتم إستنباط طريقة ومعايرتها بإستخدام الظروف المصرية .



شكل رقم (٦ ـ ٩) منحنيات شدة المطر لكل زمن تركيز وأعماق عواصف مختلفة

٦ـ٤ـ٢ الحسابات الهيدرولوجية للوديان أكبر من ٢٥ كيلو متر مربع

فى حالة الوديان الكبيرة نسبيا لا يصح إفتراض تساوى شدة المطر على الأجزاء المختلفة من الحوض أو ثباتها مع الزمن . كذلك عادة ما يمكن تقسيم الوادى إلى مجموعة من الوديان الأصغر نسبيا والتى قد تتباين فى خواصها الهيدروليكية من حوض إلى آخر . ومن ناحية أخرى فإن حركة مياه السيل فى مجرى الوادى الرئيسى لمسافات طويلة نوعا قد تعمل على تكوين موجة مفاجئة (Bore) أو قد تعمل على

إضـعاف شـدة إنـدفاع المـياه وذلـك حسـب الخـواص الهيدروليكـية للمجـرى . لـذلك لا يصـح تعمـيم أحـد المعـادلات البسـيطة علـى جميع الوديان ذات المساحات الكبيرة نسبيا . ولكن تجب عمل دراسات تفصيلية للوادى بإستخدام نموذج عددى مناسب . ويجب أن تحتوى هذه الدراسة على العناصر التالية :

أ - تقسيم الوادى إلى مجموعة من الأحواض الصغيرة نسبيا والتى لا تزيد مساحة أى منها عن حوالى ٢٥ كيلو متر مربع .

ب - عمل عدد مناسب من إختبارات النفاذية لكل حوض على حدة لتحديد نسبة المتسرب من الأمطار إلى ما تحت الطبقة السطحية .

ج - عمل رفـع مسـاحى لقطاعـات كل مـن مخـرات السيول عند مصبات هذه الأحـواض وكـذلك عند مصـب الـوادى الرئيسـى . يمكـن رفـع عـدد محـدود مـن القطاعـات وتقـدير البـاقـى بإسـتخدام بعـض المعادلات الجيومورفولوجية المناسبة فى حالة توافرها .

يجب أن يحتوى النموذج الرياضى المستخدم لحسابات السيول فى الوديان الكبيرة على مايلى :

- إمكانـية التعامل مع عدد من الأحواض الصغيرة (الناتجة عن تقسيم الحوض الكبير إلى أحواض متماثلة) مع إمكانية عمل الحسابات المطلوبة لكل حوض على حدة ، مثل إمكانية التغيير فى شدة المطر من حوض لحوض .
- إمكانـية الـتعامل مـع نفاذيـة الطـبقة السـطحية مباشـرة مـع تغييـر البيانـات المطلـوبة لحسـاب نفاذيـة الطبقات السطحية المباشرة من حوض إلى حوض .
- نموذج مناسب لتحويل المطر الزائد لكل حوض على حدة إلى منحنى للتصرف مع الزمن .
- نموذج مناسب لعمل محاكاة لحركة المياه فى القنوات المكشوفة (Channel Flow Routing) ويمكـن إستخدام أحد النماذج الهيدرولوجية المبسطة ، أو الصـورة الكاملة لمعدلات السريان غير المنتظم والمتغير مع الزمن فى القنوات المكشوفة (St. Venant Equations) .
- فـى حالـة إستخدام الطرق الهيدرولوجية المبسطة لعمل محاكاة فى القنوات المكشوفة ، يجب عمل دراسة منفصلة لتحديد إمكانية تكوين الموجة المفاجئة من عدمه (Bore) .

٦-٤-٣ تقدير كميات المواد الرسوبية

تحمل مياه السيول أثناء إندفاعها كميات من المواد الرسوبية ذات أحجام متباينة . وعادة يؤدى ترسيب هذه المـواد إلـى فقد السـعة التخـزينية للسدود أو حتـى قنوات التحويل التى قد تستخدم للحماية من السيول لذلك مـن الضـرورى تقديـر كمـية المـواد الرسـوبية المـتوقع تحـركها مـع مـياه السيول عند تصميم أعمال حماية مناسـبة. وتعـتمد كمـية المـواد الرسـوبية بمخـر السـيل علـى مجمـوعة مـن العـوامل المـتداخلة مـثل طـبيعة وجيولوجـية الطـبقات السـطحية بالـوادى ، مـيول وإنحـدارات السـطح ، شـدة الأمطـار أثـناء العاصـفة وتكـراريتها ، تأثيـر الـرياح ودرجـات الحـرارة - النشاط الإنسانى بالمنطقة .... إلخ . ونظرا لتعدد هذه المؤثـرات وتبايـنها مـن موقـع لآخـر داخـل الـوادى الواحد ، فإن المعادلات الرياضية التى قد يتم إستنباطها لأحد الوديان قد لا تكون مناسبة لوادى آخر . لذلك فإنه قد لا يمكن تقدير كمية المواد الرسوبية بدقة إلا إذا توفـرت قياسات مستمرة لكميات المياه والمواد الرسوبية الناتجة من الوادى وذلك لفترات قد تمتد لعشرات السنين . أى أن هذه القياسات يجب أن تمتد لتغطى كل من العواصف الصغيرة والعواصف الكبيرة نسبيا .

وعـادة فـإن هذه النوعية مـن القياسـات لا تتوفـر إلا فـى بعض الحـالات النـادرة . لذلك فعلى المصمم تقدير كمية المواد الرسوبية بأحد الطرق المناسبة ، ويمكن على سبيل المثال إتباع الخطوات التالية :

- يـتم تقسيم منحنـى التصرف مع الزمن إلى مجموعة من التصرفات الثابتة (q_i) عددها m كما هو موضح بالشكل رقم (٦-١٠) .

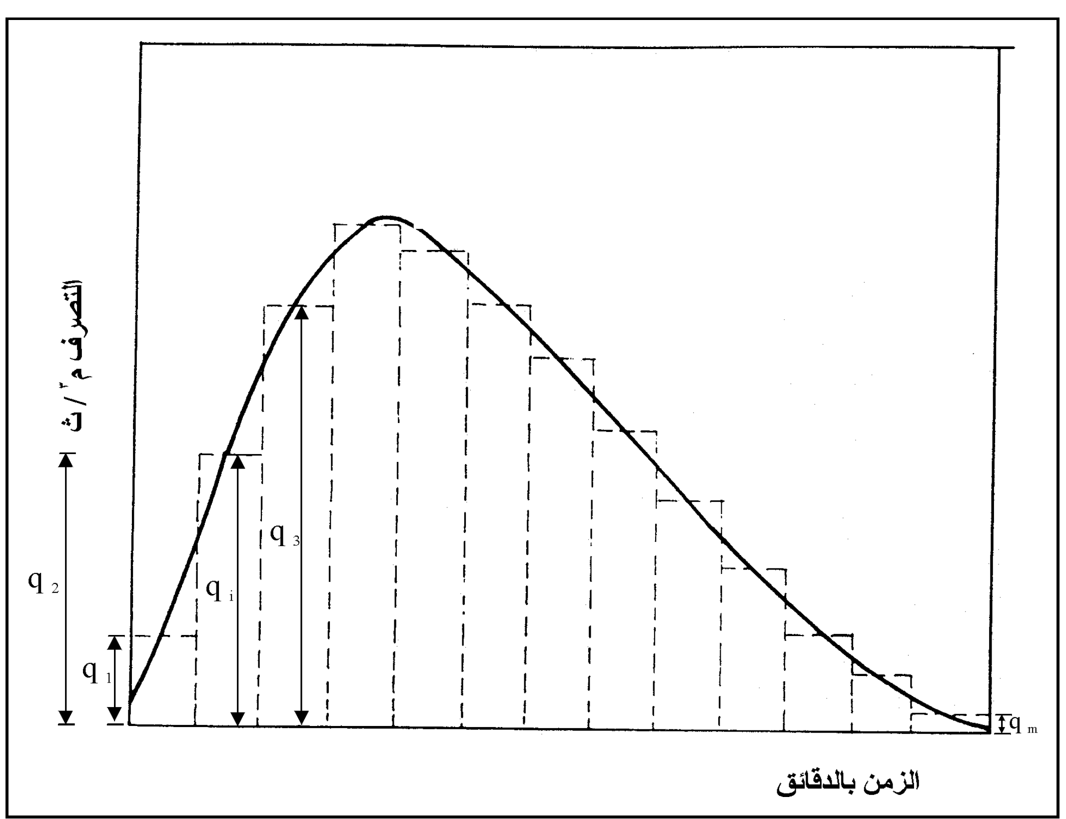
- يتم حساب تركيز المواد الرسوبية C_I المناظر لكل تصرف وذلك بإستخدام المعادلات (6-3 , 6-2) التى سبق ذكرها فى الباب ٦-٤-١ .
- يتم حساب حجم المواد الرسوبية (v_s) المتوقع وصولها مع مياه السيل من المعادلة التالية :

$$v_s = \frac{1}{s.g.} * \sum_{i=1}^{m} q_i * c_i$$

حيث : s.g هى الوزن النوعى للمواد الرسوبية بالمخر .

وتجب ملاحظة أن حجم المواد الرسوبية الذى يتم تقديره بواسطة المعادلة السابقة هو حجم تقديرى ويجب أن يستخدم للإسترشاد فقط ، ويرجع ذلك لعديد من الأسباب أهمها أن المعادلات المستخدمة لتقدير c_i تفترض عدم تغيير التصرف (q_i) مع الزمن ، وهو مالا يحدث أثناء السيول . كذلك فإن قيم (q_i) نفسها هى قيم محسوبة بطرق تقريبية .

لذلك يجب على المصمم وضع مواصفات للخطوات التى ستتبع لمتابعة كمية المواد الرسوبية التى ستتجمع بالفعل أمام منشآت الحماية من السيول وذلك على مدار عمر المنشأة ، وكذلك وضع برنامج دورى لمتابعة وصيانة المنشآت والتخلص من المواد الرسوبية الزائدة إذا لزم الأمر .



شكل رقم (٦ - ١٠) تقسيم منحنى التصرف مع الزمن إلى مجموعة من التصرفات الثابتة بغرض حساب كميات المواد الرسوبية

الباب السابع
الأعمـــال المســـاحية

٧-١ مقدمة

القياسات والخرائط المساحية هى الوسيلة الوحيدة لتوفير العناصر الأساسية التى تشكل الخطوة الأولى فى الدراسات والمخططات التى تتطلبها مشروعات التنمية .. وتساعد دقة تلك القياسات والخرائط فى التخطيط والتنفيذ الأمثل لمخططات تحقيق الإستفادة الكاملة للموارد المائية فى الدولة .

وكانت الأعمال المساحية خلال عهود الفراعنة ومن تلاهم حتى أيام الفتح الإسلامى عبارة عن رصد إرتفاع مياه النيل فضلا عن قياس الأراضى ، أما الخرائط المساحية فلم تعرف خلال هذه الفترات وفى عصر محمد على بدأ التفكير فى إنشاء الخرائط التفصيلية للأراضى الزراعية وكذلك إنشاء الخرائط الطبوغرافية وخاصة فى إنشاء منطقة القناطر الخيرية .

وإستمرت هذه المحاولات حتى عام ١٨٩٨عندما أنشئت مصلحة المساحة فى يونية ١٨٩٨ - حيث بدأ إنشاء الخرائط والأعمال المساحية على أسس علمية ، وحتى منتصف القرن العشرين - وكانت الخرائط المساحية الأساسية من مقياس ١ : ٢٥٠٠ ، ١ : ٢٥٠٠٠ ، ١ : ١٠٠٠٠٠ - التى تنشئها المصلحة - وهى الوسيلة الوحيدة لتوفير العناصر الأساسية التى تشكل الخطوة الأولى فى الدراسات والمخططات التى يتطلبها التخطيط العام لمشروعات الرى والصرف .

وفى أواخر الستينات - ومع التوسع فى مشروعات الرى والصرف - بدأ التفكير فى تنفيذ مشروع الصرف المغطى ومشروعات تطوير الرى ودراسات الشواطىء والنحر فى مجرى النيل ، وكان لابد من توافر خرائط أكثر تفصيلا .

ومع التوسع فى إستخدامات الكمبيوتر - ومع التطورات الكبيرة فى أساليب تخطيط المشروعات - كانت هناك تغيرات فى أساليب العمل المساحى لكى تحقق سهولة توافر البيانات الأساسية التى يتطلبها التخطيط السليم لمشروعات الرى والصرف .

ومن هذا يتضح مدى العلاقة الوثيقة بين مشروعات الرى والصرف وبين العمل المساحى وأساليبه - تلك العلاقة التى كان المحور الأساسى فيها - هو نهر النيل ومجارى الرى والصرف فى مصر - حاليا ومنذ أيام قدماء المصريين .

٧-٢ التعريفات والمصطلحات الفنية المستخدمة فى الأعمال المساحية والخرائط
Definitions and Terminology in Surveying and Mapping

تستخدم فى الخرائط والأعمال المساحية - بعض الرموز والمصطلحات الفنية - نورد فى هذا الفصل بعضا منها - مع شرح للمعنى المقصود منها .

١ - الخريطة الطبوغرافية Topographic Map

هى الخريطة التى تظهر تضاريس الأرض ومعالمها الطبيعية كالأنهار والوديان والجبال والبحيرات - ومعالمها الصناعية كالمدن والقرى والطرق والسكك الحديدية والترع والمصارف وغيرها .

ويمكن أن تمثل تضاريس الأرض بواسطة الهاشور أو بواسطة نقط المناسيب وخطوط الكنتور وفى هذه الحالة الأخيرة يمكن أن يطلق عليها الخرائط الكنتورية .

٢ ـ الخريطة التفصيلية أو الكدسترالية Cadastral Map

هى الخريطة ذات المقياس الكبير (١ : ٥٠٠ ، ١ : ١٠٠٠ ، ١: ٢٥٠٠) ـ والتى توضح تفاصيل الأراضى الزراعية والمدن وتقسيماتها إلى ملكيات توضح حدودها ـ ويرفق بهذه الخرائط سجلات توضح أسماء ملاك الأراضى الرسميين ومساحات تلك الملكيات ومستندات الملكية .

٣ ـ الخريطة الهيدروجرافية Hydrographic Map

هى الخريطة التى توضح تضاريس قاع البحار والأنهار وأعماق المياه فيها ومواقع الجسات ـ كما تظهر أيضا تضاريس الشواطىء المحيطة بالمياه .

٤ ـ الخريطة الرقمية Digital or Numerical Map

التعريف الدقيق للخريطة هو مجموعة من النقط والخطوط مرتبطة ببعضها بإصطلاحات معينة ـ مرسومة على سطح أفقى (الورق) لتمثل المعالم على سطح الأرض ـ ولما كانت الخطوط هى فى الواقع مجموعة من النقط ـ فإنه يمكن أن تعرف الخريطة بأنها مجموعة من النقط والإصطلاحات مرسومة على سطح الورق لتمثل المعالم على سطح الأرض ـ وهذه هى الخريطة الخطية Line Map ـ أما الخريطة الرقمية Digital Map ـ فهى مجموعة من النقط والإصطلاحات محفوظة داخل ذاكرة الحاسب الآلى ـ ويمكن تحديث وإستخراج وتمثيل هذه البيانات فى صورة معلومات على شاشة الحاسب الآلى أو مرسومة بإستخدام أجهزة التوقيع الآلية .

٥ ـ الخريطة المصورة العمودية Orthophoto Map

الصورة تعتبر إسقاط مركزى للمعالم Central Projection ـ وبالتالى يكون المقياس غير متساوى فى جميع النقط ـ فإذا أمكن تحويل هذا الإسقاط المركزى إلى إسقاط عمودى Orthogonal Projection ـ أصبح المقياس صحيحا فى جميع نقاط الصورة ـ وتتحول الصورة إلى خريطة مصورة ـ التى يمكن أن تضاف إليها خطوط الكنتور والثوابت الأرضية ومسميات المعالم .

٦ ـ نظام إسقاط الخرائط Map Projection

إسقاط الخرائط هو عملية تمثيل القياسات المساحية التى تقاس على سطح الأرض الكرى ـ الغير مستوى ـ على سطح الخريطة المستوى .

وفى مصر يستخدم المجسم الكرى الذى إستنتج هلمرت أبعاده فى عام ١٩٠٦ Helmert 1906 Spheroid ـ لكى يمثل سطح الأرض الذى تتم عليه جميع الحسابات المساحية .

أما نظام الإسقاط المستخدم فى مصر ـ فهو نظام ميروكاتور المستعرض Transverse Merocator .

٧ ـ شبكات الخرائط Graticule

تتحدد الخرائط من خلال شبكتين من الإحداثيات ـ إحداهما جغرافية تمثل خطوط الطول وخطوط العرض والأخرى كيلومترية تمثل محاور الإحداثيات الكيلومترية .

٨ ـ عناوين وأرقام الخرائط

لكل خريطة عنوان يكون عادة إسم أشهر معلم فى المنطقة التى تمثلها الخريطة . كما ترقم الخرائط بإحداثيى نقطة الركن الجنوبى الغربى فى كل خريطة .

٩ ـ نقط الثوابت الأرضية Control Points

هى نقط محددة ومثبتة فى الطبيعة لها مواقع (إحداثيات) محددة على سطح الأرض وفى الخريطة ـ وتستخدم هذه النقط فى رفع المعالم والمشروعات المختلفة من الطبيعة إلى الخريطة أو العكس نوقيعها من الخريطة إلى سطح الأرض .

١٠ ـ متوسط منسوب سطح البحر Mean Sea – Level

هو المنسوب المتوسط لسطح المياه فى البحار المفتوحة ـ وينتج عن قياس سطح الماء لمدة طويلة جدا وبأجهزة خاصة ـ وفى مصر يؤخذ منسوب سطح البحر فى الإسكندرية ـ وبإعتباره منسوب الصفر ـ وقد تم تحديده بالقياس يوميا على إمتداد الفترة من عام ١٨٩٨ وحتى عام ١٩٠٦ (ثمانى سنوات) .

١١ ـ المنسوب Elevation or Level

منسوب أى نقطة هو مقدار البعد الرأسى بين هذه النقطة وبين مستوى مرجعى مثل متوسط منسوب سطح البحر ـ ويمكن أن يكون هذا المنسوب موجبا ـ إذا كانت النقطة واقعة أعلى المستوى المرجعى ـ أو سالبا ـ إذا كانت النقطة واقعة أسفل هذا المستوى المرجعى .

١٢ ـ خط الكنتور Contour Line

خط الكنتور هو خط وهمى يصل بين نقط على سطح الأرض لها نفس المنسوب (الإرتفاع) بالنسبة لمستوى مرجعى معين ـ كسطح البحر مثلا .

وإذا كان سطح الأرض مغمورا بالمياه ـ كما هو فى حالة البحار والأنهار ـ فيمكن أيضا تشكيل خطوط كنتورية ـ وتكون المناسيب (الإرتفاعات) منسوبة هنا أيضا إلى سطح البحر ـ ويطلق على مثل هذه الخطوط " كنتور الأعماق " .

١٣ ـ الفترة الكنتورية Contour Interval

يطلق على الفرق بين منسوبى خطين كنتوريين متتاليين ـ الفترة الكنتورية ـ ومن المتفق عليه ان تكون الفترة الكنتورية هذه ثابتة فى كل خريطة واحدة .

وكلما كانت الفترة الكنتورية صغيرة ـ كلما كانت المعلومات " التفصيلات " الموجودة فى الخريطة دقيقة ـ وكلما كانت الأرض منبسطة ـ كلما تطلب ذلك صغر الفترة الكنتورية ـ وذلك كما فى حالة الأراضى الزراعية فى الوادى .

١٤ ـ إستعمالات خطوط الكنتور

تعتبر خطوط الكنتور من أفضل وأدق الوسائل لبيان تضاريس وإتجاهات سطح الأرض ـ ومن أهم إستعمالات خطوط الكنتور ما يلى :

١ ـ إعطاء فكرة عامة وبسيطة عن الإرتفاعات والإنخفاضات فى سطح الأرض .
٢ ـ عمل قطاعات طولية وعرضية تبين طبيعة سطح الأرض فى إتجاه معين .

٣ ـ فى مشروعات الطرق والمجارى المائية ـ تساعد فى إختيار محور المشروع وتقدير كميات الحفر والردم .
٤ ـ تحديد مواقع السدود وتقدير سعتها .

١٥ ـ الروبير Bench Mark

روبير المساحة أو علامة الميزانية ـ عبارة عن علامة ثابتة ـ صناعية فى الغالب ـ يحدد منسوبها بدقة عالية ـ لكى تستخدم كمرجع لتحديد مناسيب النقط الأخرى ـ وتتحدد مناسيب روبيرات الدرجة الأولى لأقرب ملليمتر ـ وتتحدد مناسيب روبيرات الدرجة الثانية لأقرب سنتيمتر . والروبيرات المستخدمة فى مصر من نوعين رئيسيين :

الأول :

عبارة عن مسمار من الحديد ـ قطر ٢ سنتيمتر ـ له رأس سداسية الشكل ـ مثبت عادة فى جدار مبنى حكومى أو كوبرى أو قنطرة ومثبت به نصف كرة نحاسية فى أعلى أضلاع الرأس السداسية ـ ويكون منسوب الروبير هو أعلى نقطة على سطح نصف الكرة .

الثانى :

عبارة عن ماسورة حديدية قطرها ٦ سنتيمتر وبطول حوالى مترين ونصف ـ وتكون مثبتة فى الأرض بعمق حوالى مترين ـ وذلك على إمتداد المجارى المائية والطرق ـ وفى أعلى هذه الماسورة رأس مستديرة يكون منسوب سطحها العلوى هو منسوب الروبير .

١٦ ـ رخامة الرى Gauge

هو مقياس للإرتفاعات على شكل مسطرة من الرخام مدرجة كل واحد سنتيمتر مثبتة رأسيا فى المجرى المائى لكى تقرأ إرتفاع سطح الماء فى المجرى عن المستوى المرجعى (متوسط منسوب سطح البحر بإعتباره صفر) .

١٧ ـ التصوير المساحى

هو نوع من التصوير الدقيق يتم بواسطة ألات تصوير (كاميرات) محدد مواقعها بدقة ـ إما على سطح الأرض أو مثبتة فى طائرات أو أقمار صناعية ـ وهذا يؤدى إلى تحديد موقع الصورة ومقياسها .

وهناك نوعيات متعددة من التصوير المساحي من أهمها :
- التصوير المساحى العادى الذى من أهم إستخداماته إنشاء الخرائط المساحية .
- التصوير بالأشعة ـ مثل الأشعة تحت الحمراء Infra Red ـ ومن أهم إستخداماته دراسات الأرض وتمييز الحاصلات .

٧ـ٣ الخرائط والأعمال المساحية التى يتم بموجبها التخطيط العام لمشروعات الرى والصرف

كان التخطيط العام لمشروعات الرى والصرف يتم فى الفترة منذ بداية القرن وحتى أواخر الستينات بموجب الخرائط المساحية التى كانت تنتجها مصلحة المساحة كخرائط أساسية فى الوادى المنزرع ـ وهى الخرائط الطبوغرافية من مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ ، ١ : ١٠٠٠٠٠ ـ وذلك علاوة على الخرائط التفصيلية (الكدسترالية) مقياس ١ : ٢٥٠٠ .

وقد بدأ إنشاء هذه النوعيات الثلاثة من الخرائط لأول مرة فى مصر ـ وبمواصفات فنية سليمة ـ منذ إنشاء مصلحة المساحة رسميا فى مصر ١٨٩٨ .

ومن المعلوم أن العوامل الجغرافية والطبيعية والأحوال الجوية تؤثر بشكل كبير على نوعيات وأساليب ومواصفات العمل المساحى فى أى منطقة .

وفى مصر تعتبر البلاد عديمة الأمطار وبالتالى فإن الزراعة فيها تعتمد على مياه النيل والمجارى المائية ـ كما أن الوادى المنزرع يعتبر منبسطا بشكل كبير. لذلك فإن طبوغرافية الأراضى يجب أن تحدد بدقة عالية تكفى لتخطيط مجارى الرى والصرف بشكل يحقق الهدف من إنشائها .

وتحقيقا لذلك فقد كانت الخطة التى تقررت لإنشاء الخرائط فى الوادى المنزرع هى أن ترسم أولا الخرائط التفصيلية لتحديد الملكيات الزراعية بمقياس ١ : ٢٥٠٠ وبمواصفات تسمح بقياس الأطوال والمسطحات بدقة عالية من الخرائط مباشرة .

أما النوعية الثانية من الخرائط التى تحقق متطلبات الدراسات الميدانية اللازمة لتخطيط مختلف المشروعات فقد تقرر أن تكون بمقياس رسم ١ : ٢٥٠٠٠ توضح المعالم الطبوغرافية كشبكات الرى والصرف العامة والطرق وخطوط السكك الحديدية والتجمعات السكنية كالقرى والمدن ـ كما توضح تضاريس وطبوغرافية الأراضى فى المنطقة .

أما النوعية الثالثة من الخرائط فكانت بمقياس أصغر هو ١ :١٠٠٠٠٠ .

ولقد كان إنشاء كل هذه الخرائط بالقياس المباشر لكل نوعية على حدة ـ أمر شبه متعذر وتكاليفه باهظة لذلك فقد كان الإسلوب الأمثل هو أن تنشأ الخرائط التفصيلية من مقياس ١ : ٢٥٠٠ ـ من القياس المباشر بالكامل ـ ثم تصغر بالتصوير الدقيق إلى المقاييس الأخرى مع إضافة نتائج القياسات الحقلية للميزانيات والتى تتحدد بموجبها نقط المناسيب وخطوط الكنتور فى الخريطة بحيث تكون الخرائط ممثلة للمعالم الطبيعية والطبوغرافية للمنطقة بدرجة عالية من الدقة المطلوب توافرها فى مثل هذه الخرائط .

٧-٣-١ الخرائط التفصيلية (الكدسترالية) مقياس ١ : ٢٥٠٠ Cadastral Maps

تعتبر هذه الخرائط هى الأولى والأساسية فى مصر فقد بدأ إنشاء هذه الخرائط فى عام ١٨٩٨ عند إنشاء مصلحة المساحة ـ وإنتهى إنشاؤها وطباعتها وتداولها فى عام ١٩٠٩ لتغطى جميع الأراضى داخل الزمام أو الأراضى التى تخضع لنظام ضرائب الأطيان ـ والتى بلغت مساحتها من واقع تلك الخرائط حوالى ٧,٥ مليون فدان فى حوالى ٢٥ ألف خريطة منها .

٣٥٠٠	خريطة مقياس ١ : ٤٠٠٠
٢١٥٠٠	خريطة مقياس ١ : ٢٥٠٠

وقد كان الهدف الأساسى من هذه الخرائط هو تحديد الملكيات الزراعية وأسماء ملاكها ، وذلك بهدف تحصيل ضرائب الأطيان .

وفى أوائل العشرينات (عام ١٩٢٢) تقرر إتباع نظام جديد لتسجيل الأراضى يؤدى إلى ضمانات أكثر لإستقرار الملكيات ـ وتقرر العمل به من خلال إعادة تسكين الملكيات فى خرائط جديدة بدأ إنشاؤها فى

عـــام ١٩٢٤ ـ وذلك فيما ســـمى بالمســاحة الحديثة أو المســـاحة التفصـــيلية الثانيـــة فى مصـــر (cadastral Resurvey) .
وقد كانت هذه الخرائط تتم على الأسس الفنية التالية :

أولا : مقياس رسم الخرائط

١ : ٢٥٠٠ فيما عدا بعض الخرائط التى رسمت فى الفترة من ١٨٩٨ إلى ١٩٠٠ بمقياس ١ : ٤٠٠٠ .

ثانيا : تاريخ إنشاء الخرائط

الخرائط التفصيلية الأولى من ١٨٩٨ وحتى ١٩٠٩ والخرائط التفصيلية الثانية من ١٩٢٤ وحتى الآن .

ثالثا : إسلوب إنتاج الخرائط

كان العمل يتم بواسطة القياسات الطولية لحدود قطع الملكيات من خطوط الترافرسات التى كانت تنشأ لهذا الغرض فى كل قرية ، والتى كانت تحدد إحداثياتها (الترافرسات) بالربط على شبكات المثلثات فى الدولة .

وفى الفترة الأولى (١٨٩٨ ـ ١٩٠٩) كانت ترسم الخرائط من هذه القياسات بمقياس ١ : ٢٥٠٠ .

وفى الفترة الثانية (إبتداء من ١٩٢٤) كانت الخرائط الأصلية ترسم بمقياس ١ : ١٠٠٠ ثم تصغر بالتصوير الدقيق إلى مقياس ١: ٢٥٠٠ للتداول . وهذا يحقق دقة أعلى فى الخرائط المتداولة .

رابعا : إستخدامات هذه الخرائط

تستخدم هذه الخرائط فى المجالات التالية :

١ ـ حصر الأراضى والمحاصيل الزراعية .
٢ ـ تحديد الملكيات الزراعية وأسماء ملاكها .
٣ ـ تحديد الملكيات التى تنزع ملكياتها لمختلف الأغراض .
٤ ـ التخطيط التفصيلى لمشروعات الرى والصرف .
٥ ـ تحديد الملكيات والملاك المستفيدين من مشروعات الصرف المغطى وتطوير الرى وغيرها بهدف تحصيل التكاليف .

٧ـ٣ـ٢ الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ Topographic Maps

بدأ التفكير فى إنشاء هذه الخرائط فى الوادى المنزرع فى عام ١٩٠٣ ـ لكى توضح المعالم الطبوغرافية كشبكات الرى والصرف والطرق والسكك الحديدية والتجمعات السكنية كالمدن والقرى ـ كما توضح تضاريس وطبوغرافية الأرض بواسطة نقط المناسيب وخطوط الكنتور التى ترسم بفاصل كنتورى واحد متر . ونصف متر بالتناسب .

ويجرى إنشاء هذه الخرائط من خلال تصغير الخرائط مقياس ١ : ٢٥٠٠ مما يوفر جزءا من دقة القياس الذى تتم بموجبه الخرائط التفصيلية مقياس ١ : ٢٥٠٠ فى الخرائط المصغرة .

وقد تمت تغطية كاملة للأراضى المنزرعة من هذه السلسلة من الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ حتى عام ١٩٤٨ .

وتتم مراجعة هذه الخرائط وتجديدها من الطبيعة وإعادة طباعتها على فترات كل ١٠ إلى ١٥ سنة حتى تظل ممثلة للطبيعة ومسجلة للتغيرات والمستجدات التى تحدث فى الطبيعة من وقت لآخر . وقد كانت هذه الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ فى الوادى المنزرع تتم على الأسس الفنية التالية :

أولا : مقياس رسم الخريطة
١ : ٢٥٠٠٠

ثانيا : تاريخ إنشاء الخرائط
بدأ إنشاء هذه الخرائط فى عام ١٩٠٣ وإنتهى تغطية الوادى المنزرع بكامله عام ١٩٤٨ .

ثالثا : إسلوب إنتاج هذه الخرائط

١ ـ تصغير الخرائط مقياس ١ : ٢٥٠٠ بالتصوير الدقيق إلى مقياس ١ : ١٠٠٠٠.

٢ ـ مراجعة الخرائط المصغرة حقليا فى الطبيعة وتحديث المعالم فيها .

٣ ـ إضافة قياسات الميزانية الحقلية إليها .

٤ ـ رسم الخرائط المحدد عليها المعالم والمضاف إليها بيانات الميزانيات ورسم خطوط الكنتور عليها بفاصل كنتورى متر واحد ونصف فى بعض المناطق .

٥ ـ تصغير هذه الخرائط من مقياس ١ : ١٠٠٠٠ إلى مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ وطباعتها .

رابعا : إستخدامات هذه الخرائط :
تتوافر فى هذه الخرائط جميع متطلبات التخطيط العام لمشروعات الرى والصرف المفتوح .
كما يمكن تحديد زمامات الترع والمصارف بموجب هذه الخرائط .

٧-٣-٣ الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠
Topographic Maps 1 : 100000

هذه النوعية من الخرائط هى نسخة مصغرة من الخرائط مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ .

ولما كانت الخرائط مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ فى الوادى المنزرع تتم مراجعتها حقليا وتجديد المعالم فيها على فترات من ١٥ إلى ٢٠ سنة ـ فإن الخرائط مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠ يتم إعادة طباعتها بعد إدخال المتغيرات عليها من خلال الخرائط مقياس ١ : ٢٥٠٠٠.

وقد كانت هذه الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠ فى الوادى المنزرع ـ تتم وفق الأسس الفنية التالية :

أولا : مقياس رسم الخريطة
١ : ١٠٠٠٠٠

ثانيا : تاريخ إنشاء الخرائط
بدأ إنشاء هذه الخرائط فى الوادى المنزرع حوالى ١٩١٦ ثم جرى إمتدادها إلى المناطق المتاخمة للوادى المنزرع حوالى عام ١٩٢٥ .

ثالثا : إسلوب إنتاج هذه الخرائط
تنتج هذه الخرائط من خلال تصغير الخرائط مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ بالتصوير الدقيق - إلى مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠ ثم طبعها بالمقياس الجديد .

وبالنسبة للمناطق الصحراوية المحيطة بالوادى المنزرع فكانت تنتج بأساليب القياس التاكيومترى إلى مقياس ١ : ٨٠٠٠٠ ثم تصغر بالتصوير الدقيق إلى مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠ قبل طباعتها.

رابعا : إستخدامات هذه الخرائط
تتوافر فى هذه الخرائط جميع متطلبات التخطيط العام لمشروعات الرى والصرف .
كما أن هذا النوع من الخرائط هو أنسب المقاييس لتحديد زمامات الترع والمصارف بموجبها .

٧-٣-٤ الميزانيات وروبيرات الميزانية Levelling and Bench Marks
نظرا لإستواء الأراضى الزراعية فى وادى النيل - ونظرا لأن نظام الرى والصرف يتم من خلال مجارى مائية - لذلك فإن مناسيب الأراضى وإنحدارات المجارى المائية تتطلب قياسات دقيقة للميزانية - لذلك فإن الميزانيات والروبيرات تشكل عنصرا أساسيا ضمن الأعمال المساحية التى تخطط على أساسها مشروعات الرى والصرف .

وفى عام ١٩١٢ بدأت مصلحة المساحة إنشاء الميزانيات الشبكية ورسم خطوط الكنتور كل نصف متر فى الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ التى بدأت المصلحة - فى ذلك الوقت - فى إنشائها لتغطية الأراضى الزراعية فى وادى النيل .

كما تم أيضا بموجب روبيرات الميزانية الدقيقة فى الأراضى الزراعية - إنشاء - رخامات ومقاييس مدرجة مثبتة فى أماكن مختلفة من مجرى النيل والمجارى المائية لتحديد مناسيب سطح المياه فى هذه المجارى .

وفى عام ١٩٣٦ تم إعادة قياسات الميزانيات فى الوادى بهدف تحسين مستويات الدقة حتى أصبحت تحقق المواصفات المعمول بها عالميا .

٧-٤ التوسعات فى مشروعات قطاع الموارد المائية والرى وما تطلبه ذلك من تغييرات فى نوعيات الخرائط وإنشاء نوعيات أخرى منها :

خلال النصف الثانى من القرن العشرين - ومع تنفيذ مشروع السد العالى - توسعت مشروعات قطاع الموارد المائية والرى لتشمل تنفيذ مشروع الصرف المغطى فى الأراضى الزراعية ومشروع تطوير

الرى . وعندما أنشىء مركز البحوث المائية بدأت دراسات تأثير السد العالى على مجرى النيل . ثم أنشئت هيئة خاصة تختص بدراسات تآكل الشواطىء الشمالية وحمايتها من التآكل ،

لذلك كله لم تعد الخرائط الطبوغرافية من مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ ، ١ : ١٠٠٠٠٠ كافية لكى تحقق متطلبات التخطيط والتنفيذ لتلك المشروعات . وأصبح لزاما مع هذه التوسعات المتعددة أن تنشأ نوعيات خاصة من الخرائط السابقة يمكن أن تحقق بموجبها متطلبات الدراسات لتخطيط وتنفيذ تلك المشروعات.

٧-٤-١ الخرائط الكنتورية مقياس ١ : ١٠٠٠٠ الخاصة بمشروعات الصرف المغطى وتطوير الرى

فى أواخر الستينات بدأ تنفيذ مشروع الصرف المغطى - الذى كان يتطلب تخطيط مسارات أنابيب الصرف بميول وإنحدارات محددة . لذلك فقد كان ذلك يتطلب خرائط توضح تفاصيل المعالم فى الأراضى الزراعية وميول وإنحدارات تلك الأراضى بدرجة من الدقة أكبر مما يتوافر فى الخرائط مقياس ١:٢٥٠٠٠ المتاحة فى ذلك الوقت . وقد تقرر أن الخرائط الكنتورية مقياس ١ : ١٠٠٠٠ وبفاصل كنتورى ربع متر يمكن أن تحقق هذا الغرض .

وعندما بدأ التفكير - فى أوائل الثمانينات - فى تنفيذ مشروع تطوير الرى - والذى كان يعتمد أساسا على تسوية سطح الأراضى الزراعية - تسوية دقيقة - كما يتطلب توضيح المعالم فى تلك الأراضى - وخاصة مجارى الرى بدرجة كافية من الدقة - فقد كانت تلك الخرائط مقياس ١ : ١٠٠٠٠ كافية لكى تحقق متطلبات تخطيط وتنفيذ مشروع تطوير الرى - خصوصا فى السنوات الأولى للمشروع .
وقد كانت هذه الخرائط تتم على الأسس الفنية الموضحة فيما يلى :

أولا : مقياس رسم الخرائط

خرائط كنتورية مقياس ١ : ١٠٠٠٠ وبفاصل كنتورى ربع متر .

ثانيا : تاريخ إنشاء الخرائط

بدأ إنشاء هذه الخرائط مع تنفيذ مشروع الصرف المغطى فى الأراضى الزراعية فى أواخر الستينات ولا زالت تنشأ حتى الآن .

ثالثا : إسلوب إنتاج الخرائط

١ - تصغير الخرائط مقياس ١ : ٢٥٠٠ بالتصوير الدقيق إلى مقياس ١ : ١٠٠٠٠ (كل ١٦ خريطة مقياس ١ : ٢٥٠٠ يتم تجميعها ثم تصغيرها إلى واحدة مقياس ١ : ١٠٠٠٠) .

٢ - مراجعة الخرائط المصغرة حقليا فى الطبيعة وتحديث المعالم فيها .

٣ - إجراء قياسات حقلية للميزانية فى منطقة الخرائط وبدقة تسمح برسم فاصل كنتورى قيمته ربع متر .

٤ - رسم الخرائط المجدد عليها وإضافة قياسات الميزانية ورسم خطوط الكنتور كل ربع متر . وإعداد هذه الخرائط مقياس ١ : ١٠٠٠٠ وفاصل كنتورى ربع متر .

رابعا : إستخدامات هذه الخرائط

تتوافر فى هذه الخرائط جميع مواصفات ومتطلبات تصميم مسارات وإنحدارات أنابيب الصرف المغطى كما أستخدمت هذه الخرائط خلال الثمانينات فى تصميم مشروعات تطوير الرى التى تعتمد أساساً على تسوية دقيقة للأراضى الزراعية وتطوير مجارى الرى ـ وذلك حتى أوائل التسعينات عندما أستخدمت خرائط أكثر صلاحية لهذا الغرض تم إنشاؤها من خلال مشروع تطوير الرى (IMS).

٧ـ٤ـ٢ خرائط المسح الهيدروجرافى لمجرى النيل

فى أواخر الثمانينات تطلبت دراسات التغير فى مجرى النيل ـ وبعد إنشاء السد العالى ـ إجراء مسح هيدروجرافى لقاع النهر وشواطئه من أسوان إلى البحر المتوسط . وقد أعدت مواصفات هذه الخرائط بمعرفة مركز البحوث المائية ـ وقامت شركة متخصصة بتنفيذ هذا المسح الذى تم على الأسس الفنية التالية :

أولا : مقياس رسم الخرائط

خرائط كنتورية لقاع النيل وشاطئيه بمقياس رسم ١ : ٢٥٠٠ وفاصل كنتورى نصف متر .

ثانيا : تاريخ إنشاء الخرائط

تم إنشاء هذه الخرائط الهيدروجرافية فيما بين ١٩٨٠ و ١٩٨٢ .

ثالثا : إسلوب إنتاج الخرائط

أستخدم فى إنتاج هذه الخرائط إسلوب المسح الحقلى لتحديد موقع نقط الجسات على سطح الماء بإستخدام أجهزة القياس الإلكترونى للزوايا والأطوال من الشاطىء وتحديد عمق النهر تحت الماء بإسلوب الجسات ـ كما تم مسح الشواطىء على الجانبين بإسلوب رسم الخرائط من الصور الجوية .

رابعا : إستخدامات هذه الخرائط

تتوفر فى هذه الخرائط جميع متطلبات تسجيل طبوغرافية قاع النهر وشواطئه فى تاريخ إنشاء هذه الخرائط وبالتالى التعرف على كميات التغير فى طبوغرافية القاع والشواطىء نتيجة لعمليات النحر والترسيب ـ كما أنها تشكل الأساس الذى تنشأ بموجبه الخرائط الملاحية للنهر .

٧ـ٤ـ٣ الخرائط الخاصة بمشروعات حماية الشواطىء

فى أوائل الثمانينات بدأت هيئة حماية الشواطىء دراساتها للشواطئ الشمالية للدلتا وإعداد مشروعات الحماية لتلك الشواطئ لذلك فقد أنشئت خرائط كنتورية مقياس ١ : ٥٠٠٠ لشواطىء الدلتا تغطى مسافة واحد كيلو متر من أرض الشاطئ مع ٣٠٠ متر داخل المياه ـ وقد أنشئت هذه الخرائط على الأسس الفنية الموضحة فيما يلى :

أولا : مقياس رسم الخرائط

خرائط كنتورية مقياس رسم ١ : ٥٠٠٠ بفاصل كنتورى نصف متر .

ثانيا : تاريخ إنشاء هذه الخرائط

تم إنشاء هذه الخرائط فى عام ١٩٨٥ .

ثالثا : إسلوب إنتاج هذه الخرائط
إستخدم فى إنتاج هذه الخرائط إسلوب المسح من صور جوية مقياس ١ : ١٠٠٠٠ لإنتاج خرائط لمنطقة الساحل الشمالى بين بور سعيد وحتى الإسكندرية بمقياس ١ : ٥٠٠٠ بفاصل كنتورى نصف متر تغطى من الساحل بعرض ١٠٠٠ متر من الشاطئ بالإضافة إلى ٣٠٠ متر داخل مياه البحر .

رابعا : إستخدامات هذه الخرائط
تتوفر فى هذه الخرائط جميع متطلبات تسجيل طبوغرافية شواطئ البحر فى تاريخ إنشاء هذه الخرائط وبالتالى التعرف على التغيير فى الشاطىء كما أنها تشكل الأساس الذى يتم بموجبه دراسة النحر والترسيب .

٧ـ٥ التطورات الحديثة وإستخدام الخرائط الرقمية والخرائط المصورة العمودية ونظم المعلومات الجغرافية ـ وتأثير ذلك على إحتياجات مشروعات الرى والصرف
كانت البيانات المساحية التى يتطلبها تخطيط مختلف المشروعات ـ ومنها مشروعات الرى والصرف ـ تتوافر للمخطط فى شكل الخريطة المساحية بأنواعها ـ كما ذكر فى الفصول السابقة .

ومع التوسعات الكثيرة فى إستخدامات الحاسبات الآلية وأجهزة القياس والرسم الإلكترونية ـ ومع التطورات السريعة والمتلاحقة فى نظم تخطيط المشروعات وأساليب العمل المساحى ـ ومع إستخدام نظم المعلومات الآلية ـ ومع التوسع فى إستخدام التصوير الجوى والتصوير بالأشعة تحت الحمراء وغيرها ـ وما صاحب ذلك من التحول إلى نظم الخرائط الرقمية والخرائط المصورة العمودية فقد أصبح لزاما أن تتغير المفاهيم بالنسبة لمتطلبات مشروعات الرى والصرف من البيانات المساحية ـ وأصبح على المخطط ـ مهندس الرى والصرف ـ أن يزود الكمبيوتر بالمعلومات (البيانات) المساحية الأساسية ـ إما من خلال البيانات المتاحة حاليا فى شكل خرائط رقمية أو قاعدة بيانات مساحية طبوغرافية وكدسترالية عن المنطقة المطلوب تخطيط المشروع فيها ـ أو من خلال تحويل الخرائط الخطية المتاحة إلى الشكل الرقمى Digitizing ـ وتزويد الكمبيوتر بها .

٧ـ٥ـ١ الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠
تطورت أساليب التصوير المساحى وأساليب إنشاء الخرائط المساحية من الصور وإزدادت دقتها بشكل كبير وتعددت نوعياتها .

ومن أهم تطبيقات هذا الإسلوب فى مصر ـ هو إنتاج سلسلة جديدة من الخرائط الطبوغرافية الأساسية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ من المقرر أن تغطى كافة أراضـى الدولة ـ لتحل محل السلسلة القديمة من مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠ (الفقرة ٧ـ٣ـ٣) ـ والتى مازالت تستخدم فى بعض مناطق الدولة .

وتنشأ هذه السلسلة من الخرائط الجديدة ـ على الأسس الفنية التالية :

30 00 E — 33 00 E — 36 00 E

32 00 N

M	N	O	P
1 1 2 c d a b	J	K	L
E	F	G	H
A	B	C	D

30 00 N

28 00 N

30 00 E — 33 00 E — 36 00 E

شكل رقم (٧ - ١) ترقيم الخريطة ١ : ٥٠٠٠٠ المهشرة هو NH36-1 3c

الشكل رقم (٧ - ١) يبين الخريطة ١ : ١,٠٠٠,٠٠٠ التى رقمها NH36 وهى تغطى ٤ درجات خطوط عرض فى ٦ درجات خطوط طول والتى تقسم إلى ١٦ خريطة مقياس ١ : ٢٥٠,٠٠٠ مرقمة من a إلى p ومثال ذلك الخريطة رقم **NH36-I** ثم تقسم كل خريطة ١ : ٢٥٠,٠٠٠ إلى ٦ خرائط مقياس ١ : ١٠٠,٠٠٠ وتقسم كل خريطة ١ : ١٠٠,٠٠٠ إلى أربعة خرائط مقياس ١ : ٥٠,٠٠٠ ويكون رقم الخريطة ١ : ٥٠,٠٠٠ **NH36-1 3c** .

أولا: مقياس رسم الخرائط

١ : ٥٠٠٠٠ من تصوير جوى مقياس ١ : ٨٠٠٠٠ فى الصحارى و ١ : ٤٠٠٠٠فى بعض المناطق فى الوادى المنزرع .

ثانيا: تاريخ إنشاء الخرائط

بدأ إنشاء هذه الخرائط فى الصحراء الشرقية وبعض مناطق الوجه القبلى فى أواخر الثمانينات - وإمتد إلى بعض محافظات الوجه البحرى فى منتصف التسعينات .

ثالثا: إسلوب إنتاج الخرائط

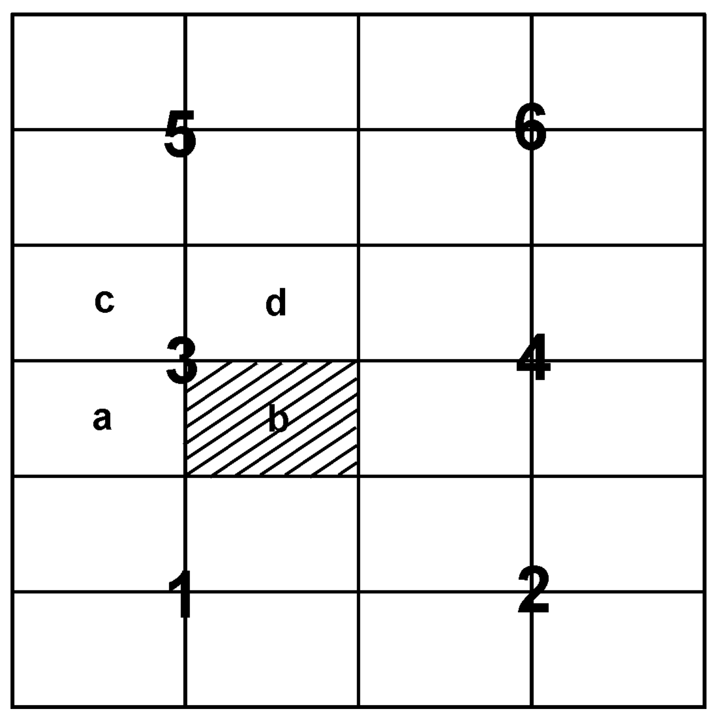
إستخدم فى إنشاء هذه الخرائط - إسلوب المسح من الصور الجوية Photogrammetry - كما إستخدم إسلوب الرصد على الأقمار الصناعية GPS - فى تحديد نقط الربط الحقلية فى الصور .

رابعا : إستخدامات هذه الخرائط

تتوافر فى هذه الخرائط جميع متطلبات التخطيط العام لمشروعات الرى والصرف ـ كما تستخدم فى تحديد زمامات الترع والمصارف .

٧ـ٥ـ٢ الخرائط المصورة العمودية Orthophoto

نوعية أخرى من الخرائط التى تستنتج من الصور ـ وهى عبارة عن صور مقومة دقيقة المقياس وتشمل جميع المعالم الطبوغرافية مع إضافة شبكية الخرائط ونقط المناسيب وخطوط الكنتور ـ ويمكن أن تحل هذه السلسلة من الخرائط المصورة محل السلسلة من الخرائط الخطية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ القديمة (فقرة ٧ـ٣ـ٢) ـ والتى لا زالت تستخدم فى الوادى المنزرع .



شكل رقم (٧ـ٢) ترقيم الخريطة ١ : ١٠٠٠٠ المهشرة هو NH36-13c –3b

تعتمد الخرائط فى ترقيمها على ترقيم الخرائط مقياس ١ : ٥٠,٠٠٠ وتغطى كل خريطة مقياس ١: ٥٠,٠٠٠ مساحة قدرها ١٥ × ١٥ كيلو متر وتقسم إلى ٢٤ خريطة مقياس ١ : ١٠,٠٠٠ وتغطى كل خريطة مساحة من الأرض تساوى ٣,٧٥ × ٢,٥ كيلو متر والشكل رقم (٧ـ٢) يبين تقسيم الخريطة ١ : ٥٠,٠٠٠ إلى ٢٤ خريطة ١ : ١٠,٠٠٠ ويبين أن الخريطة ١ : ١٠,٠٠٠ المهشرة يكون رقمها **NH36-13c –3b** .

وتنشأ هذه النوعية من الخرائط على الأسس الفنية التالية :

أولا : مقياس رسم الخرائط

١ : ١٠٠٠٠ من صور جوية مقياس ١ : ٤٠٠٠٠ .

ثانيا : تاريخ إنشاء الخريطة

بدأ إنشاء هذه الخريطة فى مصر منذ عام ١٩٩٢ .

ثالثا : إسلوب إنتاج هذه الخرائط

يتم إنتاج الخريطة المصورة العمودية من صور رقمية مقومة بالطرق الفوتوجرافية تضبط على نقط الربط الحقلية - ويتم الحصول على الصور المقومة بتحويل الصور التقليدية مقياس ١ : ٤٠٠٠٠ إلى رقمية ويضاف إلى الصورة الشبكة الكيلومترية والأسماء الجغرافية وبيانات الهوامش لإنتاج الخريطة المصورة العمودية .

رابعا : إستخدامات الخرائط المصورة العمودية

تعتبر هذه النوعية من أسرع أساليب إنشاء الخرائط ولذلك فإنه يمكن اللجوء إليها فى تغطية الإحتياجات الملحة للخرائط - وتوافر تلك النوعية من الخرائط يتيح إستخدامها فى كل المشروعات التى تحتاج إلى خرائط مقياس ١ : ١٠٠٠٠ - مثل :

١ - تحديد زمامات الترع والمصارف .
٢ - تحديد مساحات الأراضى المنزرعة .
٣ - حساب مكعبات الحفر والردم بإستخدام نموذج سطح الأرض .
٤ - تستخدم هذه الخرائط فى شكلها الرقمى - كقاعدة بيانات فى نظم المعلومات الجغرافية .

٧-٥-٣ الخرائط الرقمية Digital Maps

نوعية جديدة من الخرائط المساحية - تتلائم مع عصر المعلومات ومع نظم المعلومات الجغرافية - وتسمح بالعديد من المميزات والتى منها الحصول على طبعات مستقلة للخريطة الواحدة مثل :

١ - مجموعة معالم المجارى المائية .
٢ - مجموعة الطرق والسكك الحديدية .
٣ - مجموعة المرافق والخدمات .
٤ - مجموعة المناطق الزراعية ..... وغيرها .

- يمكن الحصول على الخريطة الخطية من بيانات الخريطة الرقمية - بمقاييس مختلفة - مع مراعاة الدقة المطلوبة فى كل مقياس .
- تحديث المعالم فى الخريطة بسهولة .
- إستخدامها كقاعدة بيانات رقمي لنظم المعلومات الجغرافية .

وتنتج هذه الخرائط - فى مصر - بإسلوبين أساسيين - الأول إسلوب رسم الخرائط من الصور الجوية - والثانى إسلوب القياسات الحقلية الكاملة .

٧-٥-٣-١ الخرائط الرقمية الطبوغرافية

وتحتوى هذه الخرائط على بيانات للمعالم الطبوغرافية مثل المجارى المائية وشبكات الطرق والسكك الحديدية والمناطق السكنية والمرافق والخدمات التى فوق سطح الأرض - كما توضح تضاريس وطبوغرافية الأرض بواسطة نقط المناسيب وخطوط الكنتور .

ويتم إنتاج هذه الخرائط على الأسس الفنية التالية :

أولا : مقياس رسم الخرائط

تنتج هذه الخرائط حاليا - فى مصر بمقياس ١ : ٢٥٠٠ ومن صور جوية مقياس ١ : ١٠٠٠٠ - ويمكن تصغير هذه الخرائط وإخراجها بمقياس ١ : ٥٠٠٠ .

ثانيا : تاريخ إنشاء الخرائط

بدأ إنشاء هذه الخرائط - لأول مرة فى مصر فى عام ١٩٩٢ .

ثالثا : إسلوب إنتاج هذه الخرائط

١ - تستخدم أجهزة المسح الجوى التحليلية فى تجميع بيانات المعالم من الصور الجوية فى شكل نقط وخطوط وإحداثيات لكل منها بالإضافة إلى كود يبين هذه المعالم - وتجمع هذه البيانات فى ملف Fileداخل الحاسب الآلى .

٢ - يتم توقيع البيانات المشار إليها فى صورة خرائط خطية تجرى مراجعتها وتحقيقها حقليا من حيث صحة المعالم ومن حيث إستكمالها .

٣ - تستخدم حزم برامج خاصة لإخراج الخريطة فى صورتها النهائية حيث توضع البيانات الرقمية فى صورة قاعدة بيانات تحتوى على كل المعالم التى تظهر على الخريطة .

٤ - تسجيل الأسماء الجغرافية فى طبقة مستقلة لتضاف إلى بيانات الخريطة .

٥ - تعد الخريطة بعد ذلك إما للطباعة فى صورة ورقية أو يتم التعامل عليها فى صورة رقمية .

رابعا : إستخدامات هذه الخرائط

تستخدم هذه الخرائط فى جميع المجالات التى تستخدم فيها الخرائط الخطية العادية (الفصل ٧-٣ ، ٧-٤) - مع فارق سهولة وتعدد مجالات ودقة الإستخدام فى هذه النوعية من الخرائط .

٧-٥-٣-٢ الخرائط الرقمية الكدسترالية Digital Cadastral Maps

تظهر هذه النوعية المتطورة من الخرائط التفصيلية أشكال وحدود الأحواض وحدود زمامات القرى والمراكز والمحافظات - كما تظهر شبكات الرى والصرف وشبكات الطرق والسكك الحديدية - المحددة كمنافع عامة طبقا لمشروعات نزع الملكية - كما تحدد تلك الخرائط المناطق السكنية كبلوكات ما عدا المبانى العامة التى تظهر منفصلة بحدودها - وذلك على غرار تلك الخرائط الخطية التى تنتج بالإسلوب القديم (٧-٣-١) .

ويرفق بهذه الخريطة سجلات ودفاتر تحتوى على البيانات الخاصة بقطع الأراضى - مواقعها - مقاسها - مسطحها - أسماء ملاكها ومستندات ملكياتها .

وقد كانت هذه السجلات تعد فى شكل إستمارات ورقية ودفاتر (دفتر مساحة) - وأصبحت تعد - الآن - فى شكل بيانات رقمية تشكل مع بيانات الخريطة الرقمية - قاعدة بيانات كدسترالية فى الكمبيوتر .

وتنشأ هذه الخرائط على الأسس الفنية التالية :

أولا : مقياس رسم الخرائط
١ : ٢٥٠٠

ثانيا : تاريخ إنشاء هذه الخرائط
بدأ تطبيق هذا الإسلوب فى إنشاء الخرائط الكدسترالية فى بعض المحافظات فى عام ١٩٩١ .

ثالثا : إسلوب إنتاج الخرائط
يتم إنتاج هذه الخرائط بإسلوب المسح الأرضى الكامل وبإستخدام الأجهزة الإلكترونية الحديثة لقياس الزوايا والأطوال (Total Station) وأجهزة الرصد على الأقمار الصناعية (GPS) . وذلك لتحديد إحداثيات نقط أركان الحدود ونقط رفع المعالم الطبوغرافية - كما يتم تجميع بيانات عن قطع الملكيات من الملاك - وتعالج هذه البيانات المساحية بإستخدام الحاسبات الآلية لإنتاج خرائط خطية تتم مراجعتها حقليا - وتحسب مسطحات قطع الملكيات - ثم تجمع جميع البيانات فى قاعدة بيانات دفتر المساحة .

رابعا : إستخدامات هذه الخرائط
تعتبر هذه الخريطة مع السجلات الملحقة بها هامة جدا بالنسبة لمخطط مشروعات الرى والصرف إذ أن قاعدة البيانات الرقمية لتلك الخرائط وسجلاتها تعتبر كأساس لنظام المعلومات الجغرافية - الذى يوفر للمخطط التعرف على نوعيات وقيم الأراضى التى يمر بها المشروع وما يتطلبه من تنفيذ مشروعات نزع الملكية - وذلك علاوة على البيانات المساحية .

٧-٥-٤ نظم المعلومات الجغرافية Geographical Information Systems (GIS)
نظام المعلومات هو إطار يشمل عمليات تجميع وإدارة وتحليل وعرض البيانات - وقد كانت نظم المعلومات فى الماضى - تتكون من قوائم (كشوف) وسجلات (دفاتر) وكروت وفهارس وخرائط خطية - وكانت هذه البيانات تتم إدارتها والتعامل معها بطرق يدوية أو ميكانيكية .

وبظهور الكمبيوتر والتوسع فى إستخداماته - أصبح من الممكن خلق نظم معلومات آلية - أكثر تعقيداً - وبأنواع متعددة منها نظام المعلومات الجغرافى (GIS) وهو الذى يستعمل بغرض تجميع وإدارة وتحليل وإستخدام المعلومات المتعلقة باللأرض أو بجزء منها . ويمكن من خلاله أن يتاح أربع نوعيات من الإمكانيات :

١ - تجميع البيانات : وهى البيانات المكتوبة أو البيانات الخرائطية التى يمكن جمعها من قياسات حقلية أو من صور جوية أو من الخرائط فى صورتها الورقية .

٢ - الإدخال : وهو إدخال البيانات - بعد تجميعها - إلى الحاسب الآلى وترتيبها فى صورة قواعد بيانات .

٣ - معالجة وتحويل البيانات : ويقصد بها تحويل البيانات (الخام) بواسطة حزم برامج مختلفة - إلى معلومات أكثر فائدة .

٤ - المخرجات : وهى الصورة التى تخرج عليها المعلومات وهى إما فى صورة رسومات وخرائط فى أشكال مختلفة أو فى صورة تقارير مكتوبة .

وتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية متعددة وتشمل مجالات مختلفة - ومنها نظام معلومات الأرض Land Information System (LIS) - وأفضل مصدر لهذا النظام هو بيانات الخرائط الكدسترالية . وهو الأداة أو الوسيلة لإتخاذ قرارات بخصوص ملكيات الأراضى وإدارتها وأقتصادياتها - كما أنه يعتبر أداة مهمة فى التخطيط والتنمية . والمبدأ الأساسى فى هذا النظام هو أن يكون تخزين هذه البيانات منسوبا لنظام أسطح المقارنة (نظام إحداثيات) متجانس .

إستخدامات نظم المعلومات الجغرافية فى أعمال وزارة الموارد المائية والرى :

١ - من بين تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية فى أعمال الأشغال العامة هو إعداد قاعدة بيانات تحتوى على معظم المعلومات الدقيقة لتفاصيل الطبيعة ومجارى الرى والصرف ونوعية التربة وتصنيف المحاصيل الرئيسية - تلك المعلومات التى تتوافر من تفسير الصور من التصوير الجوى بإستخدام الأشعة تحت الحمراء Infra – Red .

٢ - تحديد زمامات الترع والمصارف .

٣ - قواعد البيانات الرقمية للخرائط الكدسترالية والطبوغرافية - إذا أضيف إليه البيانات الخاصة بالمياه والبيانات الخاصة بالأراضى والتربة والزراعات - فإنه يمكن أن تتكامل المعلومات المطلوبة لتوافر العناصر التى تحقق التخطيط الأكثر صلاحية .

المراجـــــــع

1 – J.H. Cole, Geodesy in Egypt, Suvey of Egypt, 1944.

2 – J.H. Cole, 1939 : Revision of First Order Levelling in Lower Egypt, Survey of Egypt, 1939.

3 - Captain H.G. Lyons : The Cadastral Survey of Egypt, 1892 – 1907.

4 - G.W. Murry, : The Survey of egypt, 1898 – 1948.

5 - تقارير الأعمال السنوية فى مصلحة المساحة ـ مطبوعات المصلحة

6 - تقارير ومواصفات الأعمال السنوية من خلال مشروع تطوير نظم الرى-
فرع المساحة والخرائط بالهيئة المصرية العامة للمساحة